



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

# Desarrollo de una Aplicación Móvil para dar Soporte al Monitoreo del Desempeño de los Alumnos

Autor: Brais González Castillo

Tutor: José Arturo Mora Soto

Leganés, Marzo de 2013



**Título:** Desarrollo de una Aplicación Móvil para dar Soporte al Monitorio del Desempeño de los Alumnos

**Autor:** Brais González Castillo

**Director:** José Arturo Mora Soto

## EL TRIBUNAL

**Presidente:** \_\_\_\_\_

**Vocal:** \_\_\_\_\_

**Secretario:** \_\_\_\_\_

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



# Agradecimientos

Quiero agradecer este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres, por todos sus esfuerzos y sacrificios, sin los cuales no hubiese sido posible llegar hasta aquí.

También destacar a mis amigos y compañeros de clase, especialmente a Airon y Andrés, por todas esas horas estudiando juntos en la biblioteca y haciendo prácticas delante del ordenador, que gracias a vosotros fueron muy amenas.

A Arturo, por todos sus consejos y ayuda prestada durante la realización de este proyecto y mis años de carrera.

Y en especial a mi mujer, por todo el apoyo y el amor que me ha dado, sin el cual no lo hubiese logrado.



# Resumen

Vivimos en una sociedad en la que la ciencia y la tecnología poseen un papel fundamental.

En esta sociedad, los teléfonos móviles constituyen uno de los ingenios más conocidos y utilizados convirtiéndose en una plataforma ideal para el acercamiento de las personas a las nuevas tecnologías, ya que dichos dispositivos han dejado de ser un mero instrumento de comunicación abarcando en la actualidad multitud de posibilidades como acceso a Internet, correo electrónico, música, vídeos, redes sociales, juegos, noticias, deportes, viajes, negocios, mapas, soporte a la enseñanza, etc.

La finalidad del presente proyecto es estudiar las características y posibilidades que ofrecen las principales plataformas móviles, cada día más presentes en nuestras vidas, con el fin de conocerlas en profundidad y de esta manera deducir cuál de ellas presenta más posibilidades y ventajas con respecto a sus alternativas.

Además, este proyecto incluye el desarrollo de una aplicación sobre una de las plataformas móviles con el objetivo de poder conocerla más fondo y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la investigación. Dicha aplicación permitirá a los docentes del laboratorio de Ingeniería del Software de la Universidad Carlos III de Madrid monitorizar el desempeño académico de sus alumnos durante el desarrollo de las actividades de evaluación continua que se proponen a lo largo del curso académico.

**Palabras clave:** Plataforma móvil, dispositivo móvil, Smartphone, Tablet, Android, Windows Phone, iOS, gráficas, enseñanza, desempeño, evaluación.





# Abstract

We live in a World where science and technology play a crucial role.

In this society, cell phones are the most popular and used devices becoming an ideal platform for the approximation of people to new technologies, because they are no longer a mere communication instrument as they currently cover numerous possibilities such as access to the Internet, e-mail, music, videos, social net works, games, news, sports, travel, business, maps, learning support, etc.

The objective of this Project is to provide a careful and extended consideration of the characteristics and possibilities that the main mobile platforms provide everyday of our lives, with the purpose of deeply learning about them and this way conclude which one presents major advantages.

Furthermore, this Project includes the development of an application of one of the mobile platforms with the objective of learning about it more in depth as well as to put into practice the knowledge obtained during this research. This application will enable academicians at the Software Engineer Laboratory at the Carlos III University in Madrid, to monitor the student's performance during the academic year.

**Keywords:** Mobile Platform. Mobile device. Smartphone, Tablet, Android, Windows Phone, iOS, graphics, learning, performance, evaluation.



# Índice general

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Fases del desarrollo .....	2
1.4 Medios empleados.....	3
1.5 Estructura de la memoria .....	3
<b>2. ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES .....</b>	<b>5</b>
2.1 Plataformas móviles más relevantes existentes en el mercado .....	5
2.1.1 <i>Android</i> .....	5
2.1.2 <i>iOS</i> .....	29
2.1.3 <i>Windows Phone</i> .....	44
2.1.4 <i>Comparativa de plataformas</i> .....	52
2.2 Entornos de desarrollo para aplicaciones móviles .....	56
2.2.1 <i>Entornos de desarrollo Android</i> .....	56
2.2.2 <i>Entornos de desarrollo iOS</i> .....	57
2.2.3 <i>Entorno de desarrollo Windows Phone</i> .....	57
2.3 Librerías para crear gráficos.....	58
2.3.1 <i>Achartengine</i> .....	58
2.3.2 <i>Androidplot</i> .....	59
2.3.3 <i>Chartdroid</i> .....	60
2.3.4 <i>Afreechart</i> .....	61
2.3.5 <i>Charts4j</i> .....	62
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA .....</b>	<b>65</b>
3.1 Introducción .....	65
3.2 Método de desarrollo.....	66
3.3 Definición de Requisitos .....	67
3.3.1 <i>Requisitos de capacidad</i> .....	67
3.3.2 <i>Requisitos de restricción</i> .....	75
3.4 Definición de Casos de Uso .....	76
3.4.1 <i>Diagrama UML de Casos de Uso</i> .....	78

## ÍNDICE GENERAL

3.4.2 Formato expandido de los Casos de Uso .....	79
3.5 Matriz de Trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso .....	88
3.6 Priorización de los casos de uso .....	89
3.7 Diagramas de clase .....	91
3.8 Matriz de Trazabilidad entre Casos de Uso y Clases .....	95
3.9 Matriz de Trazabilidad entre Requisitos de Usuario y Clases .....	96
3.10 Diagramas de secuencia .....	97
3.11 Ejemplo de la aplicación desarrollada .....	113
<b>4. PRESUPUESTO .....</b>	<b>123</b>
4.1 Introducción .....	123
4.2 Duración del proyecto .....	123
4.3 Coste personal .....	124
4.4 Coste material .....	125
4.5 Coste total .....	125
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>127</b>
5.1 Conclusiones .....	127
5.2 Líneas Futuras .....	129
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>131</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>137</b>
7.1 Instalación entorno de desarrollo Android .....	137
7.1.1 Descargar SDK .....	137
7.1.2 Descargar JDK .....	138
7.1.3 Descargar Eclipse .....	139
7.1.4 Configurar entorno de desarrollo .....	140
7.2 Instalación entorno de desarrollo Windows Phone .....	147
7.2.1 Instalación .....	147
7.3 Primera aplicación Android .....	151
7.3.1 Crear AVD .....	151
7.3.2 Crear un nuevo proyecto Android .....	152
7.3.3 Construir la aplicación .....	155
7.3.4 Ejecutar la aplicación .....	157
7.4 Definición de términos .....	159
7.5 Índice de términos .....	165

# Índice de figuras

<i>Figura 1: Cupcake .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2: Android 1.1 (izquierda) y Android 1.5 (derecha) .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3: Donut .....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4: Android Market.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5: Eclair .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6: Froyo.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7: Gingerbread.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 8: Honeycomb .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 9: Ice Cream Sandwich .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10: Jelly Bean.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 11: Distribución versiones Android (Septiembre 2012) .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12: Histórico versiones Android (Septiembre 2012) .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13: Arquitectura Android.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14: Arquitectura iOS.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 15: Capas Arquitectura iOS.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16: Componentes Arquitectura Windows Phone .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 17: Arquitectura Windows Phone Detallada .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 18: Frameworks Windows Phone .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 19: Cuota mercado.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 20: Número de Aplicaciones (Marzo 2011).....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 21 : Bloqueo aplicaciones .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 22: Achartengine .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 23: Androidplot .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 24: Chartdroid .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 25: Afreechart .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 26: Charts4j .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 27: Proceso dirigido por los casos de uso .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 28: Diagrama de casos de uso .....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 29: Diagrama de clases del primer ciclo .....</i>	<i>92</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 30: Diagrama de clases del segundo ciclo</i>	92
<i>Figura 31: Diagrama de clases del tercer ciclo</i>	93
<i>Figura 32: Diagrama de clases del cuarto ciclo</i>	94
<i>Figura 33: Diagrama de secuencia CU-07</i>	98
<i>Figura 34: Diagrama de secuencia CU-10</i>	99
<i>Figura 35: Diagrama de secuencia CU-11</i>	100
<i>Figura 36: Diagrama de secuencia CU-12</i>	101
<i>Figura 37: Diagrama de secuencia CU-13</i>	102
<i>Figura 38: Diagrama de secuencia CU-14</i>	103
<i>Figura 39: Diagrama de secuencia CU-15</i>	104
<i>Figura 40: Diagrama de secuencia CU-16</i>	105
<i>Figura 41: Diagrama de secuencia CU-17</i>	106
<i>Figura 42: Diagrama de secuencia CU-01</i>	107
<i>Figura 43: Diagrama de secuencia CU-04</i>	108
<i>Figura 44: Diagrama de secuencia CU-03</i>	109
<i>Figura 45: Diagrama de secuencia CU-02</i>	109
<i>Figura 46: Diagrama de secuencia CU-06</i>	110
<i>Figura 47: Diagrama de secuencia CU-08</i>	111
<i>Figura 48: Diagrama de secuencia CU-09</i>	112
<i>Figura 49: Diagrama de secuencia CU-05</i>	113
<i>Figura 50: Lista de aplicaciones instaladas</i>	114
<i>Figura 51: Pantalla de login</i>	114
<i>Figura 52: Pantalla de registro</i>	115
<i>Figura 53: Pantalla principal</i>	115
<i>Figura 54: Lista de asignaturas</i>	116
<i>Figura 55: Clasificación global del desempeño docente</i>	116
<i>Figura 56: Clasificación global del desempeño docente expandida</i>	117
<i>Figura 57: Histograma de calificaciones de grupo</i>	117
<i>Figura 58: Histograma de calificaciones de grupo con filtro</i>	118
<i>Figura 59: Histograma de calificaciones de grupo en vertical</i>	119
<i>Figura 60: Proporción de alumnos aprobados/suspensos</i>	120
<i>Figura 61: Tiempo de desarrollo de la práctica</i>	120
<i>Figura 62: Error al desmarcar todos los datos</i>	121
<i>Figura 63: Calificaciones de la práctica</i>	121
<i>Figura 64: Fases del proyecto</i>	124
<i>Figura 65: Diagrama de Gantt</i>	124
<i>Figura 66: Ejecutable SDK Android</i>	137
<i>Figura 67: Instalar SDK</i>	138
<i>Figura 68: Ejecutable JDK</i>	138
<i>Figura 69: Instalar JDK</i>	139
<i>Figura 70: Eclipse Classic</i>	139
<i>Figura 71: Descargar ADT I</i>	141
<i>Figura 72: Descargar ADT II</i>	142
<i>Figura 73: Descargar ADT III</i>	143
<i>Figura 74: Configurar SDK</i>	144
<i>Figura 75: Android SDK and AVD Manager</i>	145
<i>Figura 76: Ejecutable cliente Windows Phone</i>	148
<i>Figura 77: Licencia Windows Phone</i>	148
<i>Figura 78: Instalar cliente Windows Phone</i>	149
<i>Figura 79: Ejecutar Windows Phone</i>	149

<i>Figura 80: Crear AVD .....</i>	151
<i>Figura 81: Características Proyecto Android .....</i>	153
<i>Figura 82: Proyecto Android.....</i>	154
<i>Figura 83: main.xml.....</i>	155
<i>Figura 84: SendMail.java .....</i>	156
<i>Figura 85: Ejecución Aplicación .....</i>	157

## ÍNDICE DE FIGURAS



# Índice de tablas

<i>Tabla 1: Distribución versiones Android (Septiembre 2012)</i> .....	25
<i>Tabla 2: Comparación sistemas</i> .....	53
<i>Tabla 3: Plantilla de requisitos</i> .....	67
<i>Tabla 4: Requisito RC-01</i> .....	68
<i>Tabla 5: Requisito RC-02</i> .....	68
<i>Tabla 6: Requisito RC-03</i> .....	68
<i>Tabla 7: Requisito RC-04</i> .....	69
<i>Tabla 8: Requisito RC-05</i> .....	69
<i>Tabla 9: Requisito RC-06</i> .....	70
<i>Tabla 10: Requisito RC-07</i> .....	70
<i>Tabla 11: Requisito RC-08</i> .....	70
<i>Tabla 12: Requisito RC-09</i> .....	71
<i>Tabla 13: Requisito RC-10</i> .....	71
<i>Tabla 14: Requisito RC-11</i> .....	71
<i>Tabla 15: Requisito RC-12</i> .....	72
<i>Tabla 16: Requisito RC-13</i> .....	72
<i>Tabla 17: Requisito RC-14</i> .....	72
<i>Tabla 18: Requisito RC-15</i> .....	73
<i>Tabla 19: Requisito RC-16</i> .....	73
<i>Tabla 20: Requisito RC-17</i> .....	73
<i>Tabla 21: Requisito RC-18</i> .....	74
<i>Tabla 22: Requisito RC-19</i> .....	74
<i>Tabla 23: Requisito RC-20</i> .....	74
<i>Tabla 24: Requisito RC-21</i> .....	75
<i>Tabla 25: Requisito RC-22</i> .....	75
<i>Tabla 26: Requisito RC-23</i> .....	75
<i>Tabla 27: Requisito RR-01</i> .....	76
<i>Tabla 28: Requisito RR-02</i> .....	76
<i>Tabla 29: Requisito RR-03</i> .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 30: Plantilla de casos de uso en formato expandido</i>	77
<i>Tabla 31: Caso de uso CU-01</i>	79
<i>Tabla 32: Caso de uso CU-02</i>	80
<i>Tabla 33: Caso de uso CU-03</i>	80
<i>Tabla 34: Caso de uso CU-04</i>	81
<i>Tabla 35: Caso de uso CU-05</i>	81
<i>Tabla 36: Caso de uso CU-06</i>	82
<i>Tabla 37: Caso de uso CU-07</i>	82
<i>Tabla 38: Caso de uso CU-08</i>	83
<i>Tabla 39: Caso de uso CU-09</i>	83
<i>Tabla 40: Caso de uso CU-10</i>	84
<i>Tabla 41: Caso de uso CU-11</i>	84
<i>Tabla 42: Caso de uso CU-12</i>	85
<i>Tabla 43: Caso de uso CU-13</i>	86
<i>Tabla 44: Caso de uso CU-14</i>	86
<i>Tabla 45: Caso de uso CU-15</i>	87
<i>Tabla 46: Caso de uso CU-16</i>	87
<i>Tabla 47: Caso de uso CU-17</i>	88
<i>Tabla 48: Matriz de trazabilidad requisitos de usuario – casos de uso</i>	89
<i>Tabla 49: Tabla de priorización</i>	90
<i>Tabla 50: Matriz de trazabilidad casos de uso – clases</i>	95
<i>Tabla 51: Matriz de trazabilidad clases – requisitos</i>	96
<i>Tabla 52: Coste personal del proyecto</i>	124
<i>Tabla 53: Coste material del proyecto</i>	125
<i>Tabla 54: Presupuesto final</i>	125

# Capítulo 1

## Introducción y objetivos

### 1.1 Introducción

El desarrollo de aplicaciones móviles es uno de los negocios más activos del momento ya que supone una gran oportunidad de crecimiento tanto para desarrolladores como para empresas.

España lidera el uso de teléfonos inteligentes o Smartphones en Europa, donde un 55,2 por ciento de usuarios móviles emplean estos dispositivos según un estudio [1] realizado por la compañía comScore en marzo de 2012 sobre el consumo de dispositivos móviles en los principales mercados europeos (Alemania, España, Francia, Italia y Reino Unido).

Por otro lado, el mercado de las tabletas está en continua expansión. Según un informe [2] publicado en Septiembre de 2012 por la firma consultora Altran sobre el ecosistema Telco, elaborado con los datos obtenidos a través de 70 entrevistas realizadas a los principales actores del sector, las ventas de tabletas superarán a las de ordenadores portátiles en 2015.

Por estos motivos se ha decidido llevar a cabo este proyecto, ya que nos va a permitir conocer de forma más profunda esta tecnología que está en auge y poder sacar provecho de ella dentro del ámbito de la enseñanza.

### 1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto de fin de carrera es realizar un estudio de las tres principales plataformas móviles existentes actualmente en el mercado y desarrollar una aplicación sobre una de ellas. Para poder lograrlo se han definido los siguientes objetivos parciales:

- **Conocer las características de las principales plataformas móviles.** El primer paso consiste en seleccionar cuales son los tres sistemas móviles más relevantes actualmente en el mercado e indagar en toda la información posible sobre ellos con el fin de conocer sus características, arquitecturas, entornos de desarrollo y las principales ventajas y desventajas de cada uno para poder determinar cuál de los tres es el más aconsejable para desarrollar nuestra aplicación.
- **Estudiar librerías para la creación de gráficas.** Este es un punto relevante dado que uno de los requisitos más importantes de la aplicación a construir es la generación de gráficas estadísticas.
- **Desarrollar una aplicación completa sobre la plataforma móvil seleccionada.** Una vez determinada la plataforma móvil sobre la cual se va a desarrollar la aplicación y dado que ya se conocen sus características y su entorno de desarrollo, se creará una aplicación que aproveche algunas de sus características principales y que resulte de utilidad para el laboratorio de Ingeniería del Software de la Universidad Carlos III de Madrid permitiendo a los docentes monitorizar el desempeño de los alumnos durante el desarrollo de las actividades de evaluación continua. Mediante dicho desarrollo se podrá comprender mejor el funcionamiento de las aplicaciones móviles así como los pasos necesarios para poder construirlas.

### 1.3 Fases del desarrollo

Las fases de desarrollo de este proyecto se pueden dividir de forma sencilla en cuatro:

- **Investigación:** Es la primera fase y una de las más importante. En esta fase se ha estudiado a fondo las tres plataformas de dispositivos móviles más relevantes en la actualidad: Android, iOS y Windows Phone. Para ello se ha investigado detalladamente cada una de sus características, arquitecturas, entornos de desarrollo y recursos necesarios para poder desarrollar en ellas con el fin de poder determinar cuál de ellas es más ventajosa.
- **Diseño de la aplicación:** Esta segunda fase contempla la fase de análisis y diseño de la aplicación móvil desarrollada. Para ello se han puesto en práctica los principales conocimientos adquiridos sobre metodologías de desarrollo.
- **Implementación de la aplicación:** En esta fase se ha llevado a cabo la implementación de la aplicación móvil siguiendo el diseño especificado en la fase anterior.

- **Documentación:** En paralelo a las tres fases anteriores se ha ido redactando la memoria de este proyecto.

## 1.4 Medios empleados

Para poder llevar a cabo este proyecto de fin de carrera se han empleado los siguientes medios:

- **Hardware:** Ordenador Personal con procesador Intel Core 2 Duo E8400 de 3GHz, 4 GB de memoria RAM, 1 TB de disco duro, tarjeta gráfica Nvidia GeForce 9600 GT con 1 GHz y monitor Philips 227ELH. Para la realización de las pruebas, a parte del ordenador personal, se ha contado con dos dispositivos Android: un teléfono móvil HTC Wildfire S con versión Android 2.3.5 y una tableta Asus Eee Pad Transformer TF101 con versión Android 4.0.3.
- **Software:** Las herramientas software empleadas para la redacción de este documento han sido Windows 7 Professional como sistema operativo, Microsoft Office Word 2007 como editor de texto, Google Chrome como navegador Web empleado para la búsqueda de información, Adobe Reader X para la lectura de documentos y Microsoft Paint para la captura de imágenes. En lo que se refiere a la construcción de la aplicación, se ha empleado la herramienta Visual Paradigm for UML 8.2 para la creación de los diagramas de casos de uso, diagramas de clases y diagramas de secuencia. Para la implementación de la solución se ha empleado el entorno de desarrollo Eclipse Indigo 3.7.2, la versión 15 (correspondiente a Android 4.0.3) del entorno de desarrollo ofrecido por Android y la versión 1.7.03 de Java.

## 1.5 Estructura de la memoria

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación un breve resumen de cada capítulo:

- En el presente capítulo, *Introducción y objetivos*, se expone la motivación del presente proyecto, los objetivos que se pretenden alcanzar, los pasos a seguir para llevarlo a cabo y una visión general de los contenidos de la memoria.
- En el capítulo 2, *Estado del arte sobre el desarrollo de aplicaciones móviles*, se explica de forma detallada las características de las tres principales plataformas móviles existentes en la actualidad así como sus arquitecturas y entornos de desarrollo. En este mismo capítulo se realiza una comparativa de los tres dispositivos móviles y una justificación de la plataforma seleccionada para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación. Por último se realiza también un estudio de librerías desarrolladas en Android para crear gráficas estadísticas dado que se van a emplear para la implementación de la aplicación móvil.

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

- En el capítulo 3, *Descripción de la aplicación desarrollada*, se muestra de forma detallada el completo desarrollo de la aplicación móvil que se ha construido en este proyecto abarcando todas las fases: análisis, diseño, implementación y puesta en funcionamiento.
- En el capítulo 4, *Presupuesto*, se justifican los costes que han sido necesarios para poder realizar el proyecto.
- En el capítulo 5, *Conclusiones*, se plasman los resultados obtenidos tras la realización del proyecto y las posibles mejoras que se podrían desarrollar para mejorar los resultados de este trabajo.
- En el capítulo 6, *Referencias*, se incluyen las referencias que se han empleado para la realización de este proyecto.
- En el capítulo 7, *Anexos*, se detallan una serie de anexos necesarios para una mejor comprensión del proyecto tales como una guía de instalación del entorno de desarrollo tanto de Android como de Windows Phone, un guía con los pasos necesarios para construir una sencilla aplicación en Android, un índice de términos y sus definiciones.

# Capítulo 2

## Estado del arte sobre el desarrollo de aplicaciones móviles

### 2.1 Plataformas móviles más relevantes existentes en el mercado

#### 2.1.1 Android

Android es un sistema operativo de código abierto desarrollado por Google y la Open Handset Alliance\* para ejecutar dispositivos móviles. Dicho software está basado en una versión modificada del núcleo de Linux, por lo que los servicios base de gestión de controladores, memoria, seguridad, etc. se encuentran incluidos en el sistema operativo.

##### 2.1.1.1 Descripción y características generales

Las principales características de Android [3] son las siguientes:

- Dispone de un Framework\* de aplicaciones que permite la reutilización de componentes.
- Navegador integrado basado en el motor de código abierto WebKit\*.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- Gráficos optimizados con una biblioteca de gráficos 2D. Gráficos 3D basado en la especificación OpenGL ES\* 1.0 (aceleración por hardware opcional).
- Máquina virtual Dalvik: Base de llamadas de instancias muy similar a Java\* y optimizada para dispositivos móviles.
- SQLite: base de datos para almacenamiento estructurado que se integra directamente con las aplicaciones.
- Google Play, anteriormente conocido como Android Market, permite a los desarrolladores publicar sus aplicaciones gratuitas o de pago en el mercado a través de esta aplicación accesible desde la mayoría de los teléfonos con Android. A finales del año 2012 contaba ya con más de 700.000 aplicaciones.
- Multimedia: Soporte para medios con formatos comunes de audio, vídeo e imágenes planas (MPEG4, H.264, MP3, OGG, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF).
- Pantalla táctil.
- Ambiente rico de desarrollo incluyendo un emulador de dispositivo, herramientas para depurar, perfiles de memoria y rendimiento, y un complemento para el entorno de desarrollo integrado Eclipse.
- Telefonía GSM\* (depende del terminal hardware).
- Bluetooth\*, EDGE\*, 3G\*, y Wi-Fi\* (depende del terminal hardware).
- Cámara, GPS\*, brújula, y acelerómetro (depende del terminal hardware)

### 2.1.1.2 Versiones

Desde el lanzamiento de Android, han surgido diferentes versiones que han salido al mercado. Dichas versiones no funcionan en todos los móviles existentes en el mercado, es decir, no todos los móviles soportan todas las versiones de Android (depende del hardware).

A continuación se describen las características de las principales versiones:

- **Android 1.5 (Cupcake)** [4]



*Figura 1: Cupcake*

Como consecuencia de las grandes mejoras introducidas en la tercera versión de Android (Abril 2009), el número de versión saltó directamente a la 1.5 desde la versión 1.1. Las principales novedades introducidas fueron las siguientes:

---

\* Ver definición en Anexo 7.4



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Grandes mejoras en la interfaz de usuario:
  - Perfeccionamiento de los principales elementos de la interfaz de usuario.
  - Transiciones de ventanas animadas.
  - Acelerómetro basado en la rotación de las aplicaciones.
  - Además se han pulido los siguientes elementos de la interfaz de usuario: Experiencia en llamada, contactos, registro de llamadas, favoritos, SMS\*, MMS\*, navegador, Gmail, calendario, correo electrónico, cámara, galería y gestión de aplicaciones.

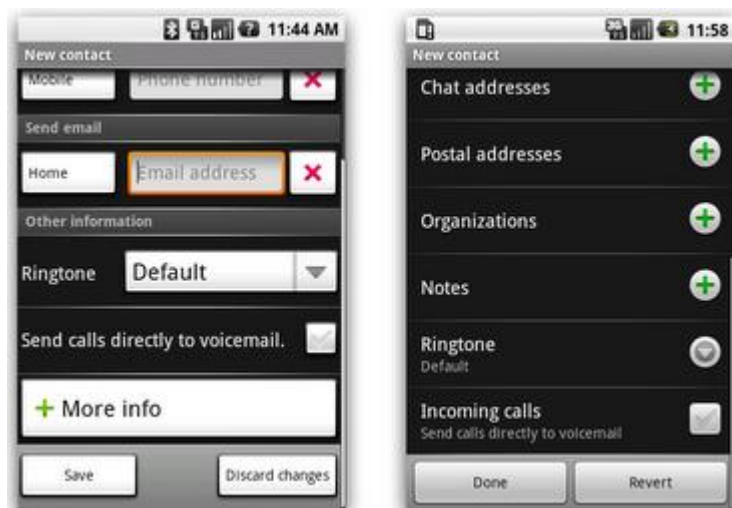


Figura 2: Android 1.1 (izquierda) y Android 1.5 (derecha)

- Grandes mejoras en el rendimiento:
  - Aumento de la velocidad de la cámara (encendido y captura).
  - Posibilita la utilización de A-GPS\*, lo que reduce el tiempo de búsqueda de los satélites GPS.
- Nuevas Características:
  - Actualización del núcleo Linux a 2.6.27.
  - Inclusión de teclado virtual en pantalla con soporte de orientación vertical y horizontal, además de auto corrección y soporte de diccionarios del usuario.
  - Permite la personalización de los Widgets\* mostrados en la pantalla de inicio.
  - Soporte Bluetooth estero, auto-sincronización y mejora del manos libres.
  - Inclusión de la última versión de WebKit que incluye el nuevo interprete de JavaScript\* denominado SquirrelFish, lo que mejora la velocidad del navegador Web.
  - Inclusión de las acciones de copiar/pegar texto y buscar texto dentro de una página Web.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

- **Android 1.6 (Donut)** [5]



*Figura 3: Donut*

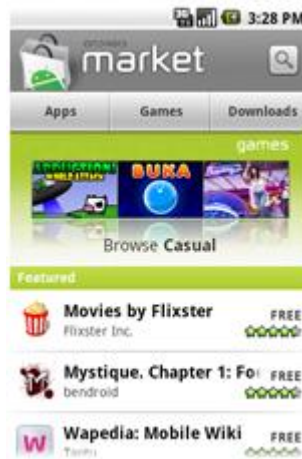
Esta versión fue lanzada en septiembre de 2009 y se considera una actualización menor que introduce ciertas novedades, entre las que destacan las siguientes:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Incorpora una caja de búsqueda en la pantalla de inicio denominada Quick Search Box que permite realizar búsquedas entre distintas fuentes (Google, historial del navegador, contactos, etc.) Además posee capacidad de aprendizaje y autocompletado.
  - Posibilita la conexión a redes VPN\*, 802.1x.
  - Mejora la velocidad de la cámara.
  - Añade una nueva pantalla para gestionar la batería, la cual permite comprobar que aplicaciones y servicios producen un mayor consumo. Además permite finalizar o desinstalar dichas aplicaciones.
- Actualización de Android Market:
  - Con esta nueva versión, las aplicaciones aparecen ordenadas por categorías (Aplicaciones, Descargas y Juegos). Se permite consultar las últimas actualizaciones y las aplicaciones más populares para cada categoría. Además, se muestran capturas de pantalla y comentarios de otros usuarios para cada aplicación.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO



*Figura 4: Android Market*

- Nueva plataforma tecnológica:
  - Actualización del núcleo Linux a 2.6.29.
  - Nuevo motor de texto a voz que permite reproducir un texto con el acento del idioma (inglés, francés, alemán, italiano y español).
  - Framework de gestos que permite a los desarrolladores de aplicaciones crear, grabar, cargar y reconocer gestos y asociarlos con acciones específicas.
  - Framework de accesibilidad que permite a los desarrolladores crear complementos de accesibilidad que respondan a la entrada del usuario, como por ejemplo emitir un sonido cuando se muestre una nueva ventana, vibrar al desplazar a la parte superior de una lista o proporcionar mensajes de voz.
  - Ampliado soporte para los diferentes tamaños y resoluciones de pantalla.
  - Soporte para CDMA\*.
  - Nueva versión OpenCore\* que cuenta con soporte para codificadores OpenMax\* y permite compartir búferes (proveniente del término Buffer\*) asignados en el decodificador.

- **Android 2.0/2.1 (Eclair) [6]**



*Figura 5: Eclair*

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

Fue lanzada en noviembre de 2009 y presenta numerosas novedades con respecto a la versión anterior entre las cuales destacamos las siguientes:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Incluye funcionalidad de contactos rápidos y de múltiples cuentas.
  - Soporte de Microsoft Exchange\* y bandeja de entrada combinada, lo que permite buscar direcciones de correo de varias cuentas en una sola página.
  - Función de búsqueda para todos los SMS y MMS almacenados y auto-borrado de mensajes antiguos de una conversación cuando se supera el límite definido.
  - Nuevas funciones para la cámara: Zoom digital, balance de blancos, modo de escena, efectos de color, compatibilidad integrada con flash y modo de enfoque macro.
  - Diseño de teclado virtual mejorado para hacer más fácil pulsar el carácter correcto y mejorar la velocidad de escritura.
  - Interfaz del navegador rediseñada incorporando soporte para diferentes características de HTML5\*, por ejemplo la etiqueta de vídeo. Además ofrece la posibilidad de realizar zoom mediante una doble pulsación y Thumbnails\* para los marcadores.
  - Mejoras en el calendario como poder hacer desplazamiento infinito.
  - Mejora la aplicación de Google Maps añadiéndole función multitáctil y soporte de capas.
  - Incorpora soporte nativo de Facebook.
  - Soporte para nuevas resoluciones y tamaños de pantalla.
- Nueva plataforma tecnológica:
  - Renovación de la arquitectura de gráficos para un rendimiento mejorado que permite una mejor aceleración de hardware.
  - Bluetooth 2.1

Un mes después, en diciembre de 2009, se publicó una pequeña revisión, Android 2.0.1 que incluía mejoras en la duración de la batería, en la estabilidad, en el GPS, en el Bluetooth, en la llamada a tres y en la velocidad de captura y autoenfoco de la cámara.

Otro mes después, en enero de 2010, se publicó una nueva revisión, Android 2.1, que incluía las siguientes novedades destacables:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Nuevas mejoras en el teclado virtual.
  - Galería 3D, al estilo Cover Flow, el cual es un software de interfaz gráfica en tres dimensiones integrado en iTunes, Mac OS X, y otros productos Apple para mover de un tirón a través de imágenes visuales de los documentos, favoritos Web, álbumes o fotografías.
  - Reconocimiento de voz (permite dictar en lugar de escribir en cualquier campo de texto).
  - Permite emplear el gesto “pellizcar” para realizar zoom en el navegador, en la galería y en Google Maps.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Incorpora Google Goggles que consiste en una aplicación que permite realizar búsquedas en Google a partir del contenido de una fotografía tomada con el teléfono móvil.
  - Vuelve a incluir mejoras en la duración de la batería.
- **Android 2.2 (Froyo) [7]**



*Figura 6: Froyo*

Fue publicado a finales de Junio de 2010 y entre sus principales características destacamos las siguientes:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Nueva pantalla de inicio con ayuda para configurar la misma con accesos directos y Widgets y cómo hacer uso de las múltiples pantallas de inicio.
  - En cuanto al soporte Exchange, cabe destacar una mejora de la seguridad con la inclusión de contraseña numérica o alfa-numérica para desbloquear el dispositivo. Los administradores de Exchange pueden hacer cumplir la directiva de contraseñas a través de dispositivos, además de poder reiniciar el dispositivo a los valores predeterminados de fábrica de forma remota.
  - Tethering\* por USB y Hotspot\* Wi-Fi.
  - Incorpora el motor Javascript V8 que permite acelerar la carga de páginas pesadas.
  - Mejora entre dos y cinco veces el rendimiento frente a Eclair gracias a la creación de un compilador JIT\*.
  - Actualizaciones automáticas para aplicaciones: Las aplicaciones recibirán actualizaciones automáticas, consiguiendo tener siempre la última versión del software.
  - Soporte para Radio FM.
  - Opciones avanzadas de gestión energética.
- Nueva plataforma tecnológica:
  - En cuanto a Bluetooth, permite la marcación por voz y la capacidad para compartir contactos con otros teléfonos.
  - Actualización del núcleo Linux a 2.6.32
  - Soporte Wi-Fi IEEE 802.11n.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- Soporte Flash 10.1 y Adobe AIR 2.5.
- Nuevos servicios para desarrolladores
  - Incorpora el API\* Cloud-to-Device que permite crear un sistema de mensajería en la nube mediante el cual puedes enviar un mensaje desde la Web y hacerlo llegar a un teléfono vía Push\*.
- Nuevas APIs para desarrolladores
  - Las aplicaciones pueden solicitar la instalación en la tarjeta de memoria externa.
  - Soporte de la API gráfica OpenGL ES 2.0.
- **Android 2.3/2.3.3/2.3.4 (Gingerbread) [8]**



*Figura 7: Gingerbread*

Publicado a principios de Diciembre de 2010, presenta las siguientes novedades destacables:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Interfaz de usuario renovada: controles de selección de texto, nueva gestión de eventos y actividades, sensibilidad, nuevos iconos y notificaciones, etc.
  - Incorpora un teclado más intuitivo mediante modificaciones en la colocación de algunas teclas y la simplificación del teclado en pantalla, lo que permite mejorar la rapidez de uso. Además se añade soporte multitáctil al teclado, lo que permite por ejemplo seleccionar Shift + Otra letra.
  - Administración de batería mejorada, lo que proporciona una mayor autonomía.
  - Nuevas formas de comunicación y organización, como la posibilidad de realizar llamadas por internet y la incorporación de un gestor de descargas.
  - Permite el acceso de múltiples cámaras en el dispositivo, incluyendo la cámara frontal con soporte para videollamadas.
- Nuevas características para desarrolladores:
  - Posee diferentes mejoras para el desarrollo de videojuegos:
    - Inclusión de un recolector de basura concurrente.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Utilización de código nativo por parte de las aplicaciones, lo que mejora la eficiencia y la capacidad de respuesta.
- Soporte para la APIs de varios tipos de sensores nuevos, incluyendo giroscopio, vector de la rotación, la aceleración lineal, la gravedad, y el sensor barómetro.
- Proporciona una implementación de software de Khronos OpenGL ES\*, que consiste en una API estándar que da a las aplicaciones acceso a controles de audio y efectos de código nativo.
- Proporciona una implementación de la librería Khronos EGL, que permite a las aplicaciones gestionar contextos gráficos, crear y administrar texturas OpenGL ES y superficies de código nativo.
- Permite acceso nativo al gestor de ventanas y al ciclo de vida de una aplicación.
- Acceso nativo a los recursos y al almacenamiento, lo que permite acceder a una API que gestiona los recursos desde código nativo para conseguir información de los recursos de las aplicaciones sin tener que pasar por el JNI\*. También permite acceder a una API gestor de almacenamiento para trabajar directamente con archivos OBB.
- Nuevas formas de comunicación:
  - Los desarrolladores pueden añadir funciones de telefonía de internet basado en SIP\* a sus aplicaciones.
  - El soporte de plataforma NFC\* permite a los desarrolladores crear nuevas aplicaciones que ofrecen información basada en la proximidad, los servicios a los usuarios, organizaciones, comerciantes y anunciantes.
- Riqueza multimedia:
  - Permite mezclar efectos de audio
  - Posee soporte para nuevos formatos multimedia como VP8 y WebM. También se añade soporte para el codificador de AAC y AMR.
  - Se permite el acceso a las diferentes cámaras que estén disponibles en el dispositivo.
  - Incorpora StrictMode que consiste en avisos directos a los desarrolladores de aplicaciones en caso de errores que pudieran detectarse/producir en sus aplicaciones
- Nueva plataforma tecnológica:
  - Actualización del núcleo Linux a 2.6.35.
  - Incluye mejoras en la máquina virtual Dalvik, en las librerías y en otros proyectos como Bouncy Castle\*, OpenSSL\*, zlib\*, etc.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

- **Android 3.0 (Honeycomb)** [9]



*Figura 8: Honeycomb*

Publicado en febrero de 2011, está expresamente desarrollado para tabletas y no para teléfonos móviles. A continuación se muestran sus principales características:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Nueva interfaz de usuario optimizada especialmente para dispositivos con pantallas grandes, la cual introduce un diseño virtual y holográfico y un modelo de interacción elegante enfocado al contenido.
  - Desde cualquier lugar, los usuarios tienen un acceso directo a las notificaciones, al estado del sistema y a los botones de navegación virtuales a través de una barra de sistema disponible en la parte inferior de la pantalla.
  - En todas las aplicaciones posee una barra de acción en la parte superior de la pantalla que permite tener acceso a las opciones contextuales, de navegación, Widgets y otros tipos de contenidos.
  - Posee cinco pantallas de inicio personalizables que mantienen la disposición espacial en todas las orientaciones. Los usuarios pueden seleccionar y manipular Widgets, accesos directos a aplicaciones y fondos de pantalla.
  - Posee una lista de aplicaciones recientes en la barra del sistema que permite ver las tareas que se están ejecutando y saltar de una aplicación a otra rápidamente.
  - Posee un nuevo diseño de teclado más rápido y preciso para pantallas grandes.
  - Permite transferencia de archivos multimedia mediante conexión USB. Incluye mejoras en el Wi-Fi que reducen el tiempo de escaneo a través de bandas y filtros. Además incluye soporte Tethering.
  - En cuanto al navegador, las pestañas múltiples sustituyen a las ventanas del navegador y ofrece un nuevo modo de incógnita que permite la navegación anónima. Los marcadores y el historial se presentan y gestionan en una vista unificada. Incluye soporte multitáctil para JavaScript y complementos.



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- La aplicación de la cámara ha sido rediseñada para poder incluir accesos directos a exposición, flash, zoom, cámara frontal, etc.
- La aplicación de contactos posee una nueva interfaz de dos paneles y desplazamiento rápido para organizar y encontrar los contactos más rápidamente.
- La aplicación de correo electrónico también posee una nueva interfaz de dos paneles para hacer más eficiente la visualización y organización de los mensajes.
- Nuevas características para desarrolladores:
  - Nuevo Framework de interfaz de usuario para la creación de aplicaciones de tableta:
    - Permite romper las actividades en subcomponentes llamados fragmentos para un mayor control del contenido y flexibilidad de diseño.
    - Ofrece un conjunto actualizado de los Widgets de la interfaz de usuario que los desarrolladores pueden emplear para agregar rápidamente nuevos tipos de contenido a sus aplicaciones. Entre los nuevos tipos de Widgets incluye una pila 3D.
    - Ofrece una barra de acción que permite a los desarrolladores exponer más características de la aplicación a los usuarios, al tiempo que unifica la experiencia de usar una aplicación que abarca múltiples actividades o estados.
    - Con respecto a las notificaciones, Android 3.0 permite a los desarrolladores incluir un contenido más rico y controlar más propiedades.
    - Ofrece un modo de selección múltiple para poder seleccionar varios elementos en una acción. También ofrece un nuevo portapapeles que permite copiar cualquier tipo de dato dentro y fuera de las aplicaciones. Incluye el Framework DragEvent que permite añadir interacciones de arrastrar y soltar.
  - Gráficos 2D y 3D de alto rendimiento:
    - Incluye un nuevo Framework de animación que permite a los desarrolladores animar las propiedades de la interfaz de usuario como las vistas, Widgets, fragmentos, dibujos o cualquier objeto arbitrario.
    - Ofrece un procesador OpenGL\* acelerado por hardware que proporciona un aumento de rendimiento para muchas operaciones de gráficos comunes para aplicaciones que se ejecutan en el Framework de Android.
    - Incluye el motor gráfico 3D Renderscript que consiste en un Framework que proporciona una API para la construcción de escenas 3D, así como un lenguaje independiente de la plataforma para obtener el máximo rendimiento.
  - Soporte para arquitecturas de procesador multi-núcleo

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- Nuevas características multimedia
    - Incluye soporte para streaming\* HTTP\*.
    - Incluye el Framework DRM\* que permite a las aplicaciones gestionar el contenido protegido de acuerdo a una variedad de mecanismos de DRM que pueden estar disponibles en el dispositivo.
    - Permite a los desarrolladores crear aplicaciones que permitan a los usuarios crear o administrar archivos multimedia que deseen transferir o compartir con otros dispositivos a través del USB.
    - Incluye nuevos tipos de conectividad como la nueva API para Bluetooth A2DP\*.
  - Mejoras para empresas
    - Soporta nuevos tipos de políticas, incluidas las políticas de almacenamiento encriptado, caducidad de contraseñas, histórico de contraseñas, etc.
  - Compatibilidad con aplicaciones existentes
    - Android 3.0 es totalmente compatible con las aplicaciones desarrolladas para versiones anteriores de la plataforma.
- 
- **Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)** [10]



*Figura 9: Ice Cream Sandwich*

Fue publicado en octubre de 2011 y ofrece una interfaz unificada tanto para teléfonos móviles como para tabletas. A continuación se muestran sus principales características:

- Nuevas funciones de usuario:
  - Nueva interfaz de usuario evolucionada para hacer más visibles las acciones comunes y permitir a los usuarios navegar con gestos más simples e intuitivos. Para ello cuenta con un nuevo tipo de letra optimizada para pantallas de alta resolución que mejora la legibilidad. Además posee botones virtuales situados en la barra de sistema que permiten navegar instantáneamente a la pantalla principal, a atrás y a aplicaciones recientes. La barra del sistema y

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

los botones virtuales están presentes en todas las aplicaciones, pero se pueden atenuar para aquellas aplicaciones de pantalla completa.

- Dado que la multitarea es un elemento clave en Android, se ha incluido un botón de aplicaciones recientes que permite a los usuarios saltar de forma instantánea de una tarea a otra empleando la lista que incluye la barra de sistema.
- Posee notificaciones interactivas que permiten mantenerse en contacto con los mensajes entrantes, actualizaciones de aplicaciones, etc. En los dispositivos con pantalla pequeña, dichas notificaciones se muestran en la parte superior y en aquellos con pantalla grande se muestran en la barra de sistema.
- Incluye nuevas carpetas en la pantalla principal y accesos directos para ofrecer una nueva forma de agrupar aplicaciones. Para los dispositivos con pantalla pequeña, ofrece una bandeja de favoritos (aplicaciones, carpetas, accesos directos, etc.) personalizable.
- Los Widgets son de tamaño variable, por lo que se pueden ampliar para mostrar más contenido o reducir para ahorrar espacio.
- Android 4.0 permite realizar acciones sin necesidad de desbloquear la pantalla. Por ejemplo, desde la pantalla de diapositivas, se puede saltar directamente a la cámara o bajar la ventana de notificaciones para comprobar los mensajes.
- Cuando se produce una llamada entrante, se puede responder rápidamente mediante un mensaje de texto sin necesidad de descolgar la llamada o de desbloquear el dispositivo.
- Permite descartar notificaciones de manera individual, aplicaciones de la lista de aplicaciones recientes o pestañas del navegador con un simple toque de dedo.
- Incluye un nuevo teclado virtual que permite la introducción de texto mucho más rápido y preciso. También incorpora un corrector ortográfico que localiza los errores y sugiere correcciones.
- Posee un potente motor de voz de entrada con reconocimiento de voz que permite dictar el texto que se desee durante un tiempo prolongado y en cualquier idioma.
- Añade controles sobre los datos de red permitiendo establecer niveles de advertencias y límites.
- Incluye nuevas características para mejorar la accesibilidad de manera que todos los elementos visibles de la pantalla se pueden reproducir en voz alta mediante el lector de pantalla estándar.
- Los grupos sociales del usuario, perfiles, y contactos están unidos entre sí e integrados para facilitar el acceso. Por lo que se ofrece una información más completa de los perfiles, incluyendo imagen de perfil, teléfonos, direcciones, cuentas, actualizaciones de estado, eventos y un nuevo botón para conectar o integrar redes sociales.
- La aplicación de la cámara incluye nuevas características como la posibilidad de realizar fotografías panorámicas de forma automática, detección de rostros, etc.
- Se ha rediseñado la aplicación de edición de fotos, se han añadido nuevos efectos para los vídeos y se puede realizar capturas de pantalla.

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- El navegador permite sincronizar instantáneamente y gestionar marcadores de Google Chrome de todas sus cuentas, ir al contenido favorito rápidamente e incluso guardarlo para su posterior lectura. Además, se puede solicitar la versión completa del sitio Web en lugar de la versión móvil y configurar preferencias para los sitios Web por separado para cada pestaña del navegador.
- Incluye Android Beam que es una nueva característica que permite compartir contenido entre teléfonos vía NFC.
- Incorpora reconocimiento facial para desbloquear el dispositivo.
- Incluye soporte para Wi-Fi Direct que permite conectar dispositivos directamente a través de Wi-Fi y soporte Bluetooth para HDP\* que permite conectar con dispositivos médicos inalámbricos.
- Nuevas características para desarrolladores:
  - Framework de interfaz de usuario unificado para teléfonos y tabletas:
    - Incluye todos los elementos de interfaz y APIs de la versión 3.X, así como nuevos.
  - Nuevas APIs de comunicación:
    - Social API que permite añadir a las aplicaciones imágenes de contactos de buena calidad, integrar cualquier perfil de redes sociales mostrando las actualizaciones en todos los perfiles de cada contacto, etc.
    - Calendar API que facilita la agregación de servicios de calendario a las aplicaciones.
    - Visual Voicemail API que permite construir aplicaciones que contribuyan a unificar el almacén de correo de voz.
    - Android Beam permite bajo soporte NFC nuevas formas de interacción mediante proximidad como compartir contactos, establecer partidas de multijugador, unirse a una conferencia, etc.
    - Incluye un nuevo Widget, ShareActionProvider, que permite a los desarrolladores integrar la funcionalidad de la interfaz de usuario estándar en la barra de acción de sus aplicaciones.
  - Nuevas capacidades multimedia:
    - Incluye nuevas características para la cámara como enfoque continuo, zoom mejorado que permite a las aplicaciones realizar mejores capturas de imagen y video, detector de rostros, etc.
    - Proporciona un conjunto de filtros de alto rendimiento que permite aplicar efectos (color, brillo, cambiar fondo, recortar, girar, etc.) a cualquier imagen pasada como una textura OpenGL ES 2.0.
    - Incluye una nueva API de control remoto de audio que permite a las aplicaciones multimedia integrarse con

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

controles de reproducción que se muestran en una vista remota como por ejemplo los controles de reproducción de música que se crean en la pantalla de bloqueo de la plataforma.

- Nuevos tipos de conectividad:
  - Incluye una API que permite detectar y conectarse directamente a dispositivos cercanos mediante Wi-Fi.
  - Los desarrolladores pueden crear aplicaciones médicas que utilicen Bluetooth para comunicarse con dispositivos inalámbricos. Dichas aplicaciones pueden recolectar y gestionar datos de dispositivos fuentes HDP y transmitirlos a aplicaciones médicas tales como sistemas de registro, servicios de análisis de datos, etc.
- Nuevos componentes de Interfaz de Usuario:
  - Posee un nuevo diseño, GridLayout, que mejora el rendimiento de las aplicaciones Android mediante soporte de jerarquías planas que son más rápidas de diseñar y generar.
- Nuevos tipos de entrada y servicios de texto:
  - Incluye soporte completo para diferentes eventos de entrada mediante puntero tales como inclinación, distancia, presión y propiedades relacionadas con el movimiento del mismo.
  - Incluye una nueva API para la integración de los correctores ortográficos.
- APIs para la mejora de la accesibilidad:
  - La API de accesibilidad permite a las aplicaciones gestionar interacciones con mayor eficacia cuando las características de accesibilidad están activadas, la plataforma añade eventos de accesibilidad para el modo exploración por tacto, desplazamiento y selección de texto.
  - La Text-to-speech API permite convertir un texto en voz.
- Uso eficiente de la red:
  - Permite ver la cantidad de datos de red que están empleando las aplicaciones permitiendo establecer límites sobre los mismos o deshabilitar el uso de datos para aplicaciones específicas.
- Mejoras en la seguridad
  - Incluye una nueva keychain API y almacenamiento cifrado subyacente gracias a la cual las aplicaciones pueden almacenar y recuperar las claves privadas y sus cadenas de certificado correspondiente. Las aplicaciones pueden utilizar la keychain API para instalar y almacenar certificados de usuarios y autoridades de certificación.
  - También proporciona ASLR\* para evitar que se explote el sistema y las aplicaciones de terceros por problemas de gestión de memoria.
- Mejoras para empresas

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- Mediante la API de conexión VPN los desarrolladores pueden construir o ampliar sus propias soluciones VPN.
- Incluye una nueva política de administración de dispositivos. Ahora los administradores pueden desactivar de forma remota la cámara de dichos dispositivos.

- **Android 4.1 (Jelly Bean)** [11]



*Figura 10: Jelly Bean*

Publicado en septiembre de 2012, presenta las siguientes características:

- Novedades para el usuario:
  - La principal novedad de esta versión es la mejora en la velocidad y fluidez del sistema operativo, lo que permite moverse entre las distintas pantallas y aplicaciones sin esfuerzo.
  - Posee un sistema de notificaciones sencillo, bonito e inteligente, el cual permite realizar muchas más funciones como ampliar, contraer o descartar cada notificación mediante gestos táctiles o incluso realizar llamadas.
  - Los Widgets pueden moverse y posicionarse de una forma mucho más natural e intuitiva. Dichos Widgets se redimensionan al tamaño disponible y los accesos directos se recolocan para dejar espacio en caso de ser necesario.
  - Incluye mejoras en la cámara permitiendo ver al instante las fotos recién tomadas y descartar rápidamente las que no le gusten.
  - Incorpora un teclado inteligente cuyo diccionario más preciso se adapta con el tiempo y adivina incluso la siguiente palabra a incluir antes de que comience a escribirla. Además, incorpora la síntesis de voz sin necesidad de requerir conexión de datos.
  - Los usuarios invidentes pueden emplear el modo gesto para navegar en la interfaz de usuario empleando el tacto combinado con la salida de voz. Además incluye soporte para complementos

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

de accesibilidad para permitir la entrada externa de braille y dispositivos de salida a través de USB y Bluetooth.

- Permite compartir fotos y videos con un simple toque, además de contactos, páginas Web, vídeos de Youtube, direcciones y aplicaciones. Para ello únicamente es necesario tocar dos dispositivos Android y quedarán sincronizados mediante Bluetooth gracias al soporte NFC
- Incluye Google Now, el cual es un sistema que sirve para predecir búsquedas que más puedan interesarnos según nuestros gustos como por ejemplo el tiempo de hoy antes de empezar el día, el tráfico esperado a la salida del trabajo, cuando llegará el próximo tren, la puntuación de su equipo favorito en tiempo real, etc.
- Las búsquedas incorporan ahora un conocimiento gráfico tanto vía teclado como por voz que permite mostrar respuestas efectivas a casi cualquier pregunta.
- Nuevas características para desarrolladores:
  - Optimización para ofrecer un alto rendimiento y menor latencia al tacto con el fin de crear una interfaz de usuario fácil e intuitiva. Esto se ha conseguido gracias al Vsync\*, el triple buffer y la respuesta inmediata al tacto, los cuales se explican a continuación:
    - Para poder garantizar una tasa de fotogramas constante, Android extiende el tiempo en todos los Vsync y en las animaciones realizadas por los Framework logrando que todo funcione al unísono en un “latido” de 16 milisegundos (la generación de imágenes, los eventos táctiles, la composición de la pantalla, etc.).
    - El triple buffer consiste en un conjunto de optimizaciones que permiten trabajar en sincronía a la CPU con la GPU y, a estas, con la pantalla creando así animaciones mejores, más agradables, más suaves y mejorar la tasa de fotogramas.
    - Se reduce la latencia de contacto anticipando que el dedo va a tocar la pantalla dando como resultado una respuesta táctil más reactiva y uniforme.

Esta versión de Android ofrece una herramienta llamada systrace que recoge los datos directamente desde el núcleo de Linux para producir un panorama general de las actividades del sistema ayudando así a aislar las interrupciones en la generación de imágenes y de otros aspectos.

- Accesibilidad mejorada
  - Incluye nuevas APIs de accesibilidad que permiten manejar gestos y gestionar el enfoque de accesibilidad de manera que el usuario se mueva a través de los elementos de la pantalla y los botones de navegación mediante gestos de accesibilidad, accesorios y otras entradas.
  - Las aplicaciones que empleen los componentes de vista estándar, heredan las nuevas características de accesibilidad de forma automática sin tener que realizar ningún cambio

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

en el código. Las aplicaciones que usen componentes de vista personalizados pueden usar las APIs para crear servicios accesibles.

- Soporte para usuarios internacionales
  - Proporciona soporte bidireccional de texto para los elementos TextView y EditText permitiendo a las aplicaciones mostrar el texto o manejar la edición del mismo de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.
  - Incluye soporte para nuevos idiomas, tipos de fuente y mapas de teclado.
- Nuevas maneras de creación de interfaces de usuario
  - Incorpora una importante actualización con respecto a la estructura de notificaciones permitiendo a las aplicaciones mostrar notificaciones más grandes y ricas que los usuarios pueden expandir y contraer con un gesto. Dichas notificaciones soportan nuevos tipos de contenido, pueden incluir fotos, configurar la prioridad e incluso pueden incluir múltiples acciones.
  - Permite a los Widgets de las aplicaciones redimensionarse automáticamente dependiendo del lugar donde el usuario desee colocarlo. Las APIs que ofrece esta versión permiten sacar ventaja optimizando el Widget de la aplicación si el tamaño cambia.
  - Posee una clase denominada TaskStackBuilder que se emplea para poner en marcha actividades de vistas remotas como los Widgets y las notificaciones con el fin de proporcionar una experiencia consistente en la navegación hacia atrás.
  - Incluye la clase ActivityOptions que permite crear y controlar la animación que se muestra al iniciar las actividades.
  - Un nuevo sistema permite a las aplicaciones realizar una transición limpia entre el modo de pantalla normal (con barra de acción, barra de navegación y barra de sistema visible), el modo nocturno (barra de estado y barra de acción ocultas y barra de navegación atenuada) y el modo pantalla completa (barra de estado, barra de acción y barra de navegación ocultas).
  - Admite vistas GridLayout y ViewStub en los Widgets y notificaciones.
  - Los usuarios pueden buscar, previsualizar e instalar fondos de pantalla interactivos directamente desde las aplicaciones que los incluyan.
  - Permite almacenar fotos de contacto de hasta un tamaño de 720x720, sin embargo el tamaño máximo sigue limitado por el hardware el cual puede obtenerse en tiempo de ejecución.
- Nuevos tipos de entrada y capacidades



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Las aplicaciones pueden registrarse para que se les notifique si se conecta un dispositivo de entrada por USB, Bluetooth u otro tipo de conexión.
- Proporciona una nueva API que permite a las aplicaciones consultar el administrador de dispositivos para enumerar todos los dispositivos de entrada conectados actualmente y aprender acerca de las capacidades de cada uno.
- Las aplicaciones pueden hacer uso de cualquier servicio de vibración asociado con un dispositivo de entrada conectado.
- Gráficos y animaciones
  - Android 4.1 extiende el tiempo Vsync de todas las imágenes y animaciones iniciadas por las aplicaciones.
  - Incluye un Framework de animación que hace que sea más fácil crear y gestionar las animaciones.
- Nuevos tipos de conectividad
  - Aunque Android Beam ya permitía compartir al instante mediante tecnología NFC, esta nueva versión permite manejar la transferencia de forma más rápida mediante el aprovechamiento del Bluetooth.
  - Proporciona soporte para DNS\*, lo que permite a las aplicaciones buscar y conectarse a otros servicios como por ejemplo impresoras.
  - En Android 4.0 ya se introdujo una API que permite detectar y conectarse directamente a dispositivos cercanos mediante Wi-Fi, sin embargo, esta nueva versión introduce otra API que permite el descubrimiento de servicios preasociados. Eso permite a las aplicaciones obtener información de los servicios que soportan los dispositivos cercanos antes de que intenten conectarse.
  - Incluye APIs que permiten una mejor gestión de la red como por ejemplo comprobando si el dispositivo está conectado a una red externa antes de emprender un gran volumen de descarga.
- Nuevas capacidades multimedia
  - Proporciona acceso de bajo nivel a la plataforma hardware y a los codecs\* de software. Gracias a ello, las aplicaciones pueden consultar al sistema que codecs multimedia de bajo nivel están disponibles en el dispositivo y utilizarlos de la manera que necesiten.
  - Proporciona soporte para audio USB, lo que ofrece a los desarrolladores la oportunidad de crear su propio hardware.
  - Incluye soporte de audio multicanal a través de HDMI\* y soporte integrado para codificación y decodificación de audio AAC 5.1.
  - Los desarrolladores pueden aplicar efectos de preprocesamiento en la grabación de audio para mejorar la

---

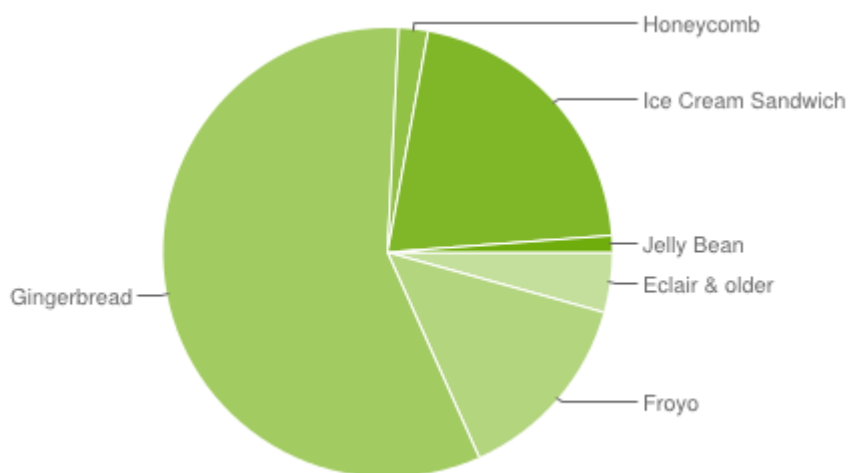
\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

calidad del mismo como supresión de ruido, cancelación del eco, etc.

- Permite encadenar secuencias de audio de forma continua sin pausa.
  - Las nuevas APIs `MediaRouter`, `MediaRouteActionProvider` y `MediaRouteButton` proporcionan mecanismos estándar e interfaces de usuario para seleccionar donde reproducir los archivos multimedia (auriculares con cable, altavoces o auriculares Bluetooth, etc.)
- APIs de Google y servicios
- Incluye Google Cloud Messaging (GCM), el cual es un servicio que permite a los desarrolladores enviar datos mediante mensajes cortos a los usuarios de los dispositivos Android. Una única petición puede alcanzar hasta mil dispositivos conectados al mismo tiempo.
  - Todas las aplicaciones de pago se protegen mediante encriptación con una clave específica del dispositivo antes de ser descargadas.
  - Incluye actualizaciones inteligentes que consisten en que cuando un desarrollador publica una nueva actualización, únicamente se descargan los cambios en lugar de la aplicación entera.
  - Google Play proporciona una interfaz para que los desarrolladores integren los servicios de Google en sus aplicaciones como por ejemplo la autenticación o Google+.

En el siguiente gráfico junto con la tabla se muestran datos en forma de porcentajes referentes a la cantidad de teléfonos móviles que existen en el mercado según la versión del sistema operativo Android que poseen [12]:



*Figura 11: Distribución versiones Android (Septiembre 2012)*

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

Versión	Nombre	API	Distribución
1.5	Cupcake	3	0,2%
1.6	Donut	4	0,4%
2.1	Eclair	7	3,7%
2.2	Froyo	8	14%
2.3-2.3.2	Gingerbread	9	0,3%
2.3.3-2.3.7		10	57,2%
3.1	Honeycomb	12	0,5%
3.2		13	1,6%
4.0-4.0.2	Ice Cream Sandwich	14	0,1%
4.0.3-4.0.4		15	20,8%
4.1	Jelly Bean	16	1,2%

Tabla 1: Distribución versiones Android (Septiembre 2012)

A continuación se proporciona una evolución histórica de los mismos datos. También proporciona una valiosa perspectiva de la cantidad de dispositivos con la que la aplicación es compatible, a partir de la versión:

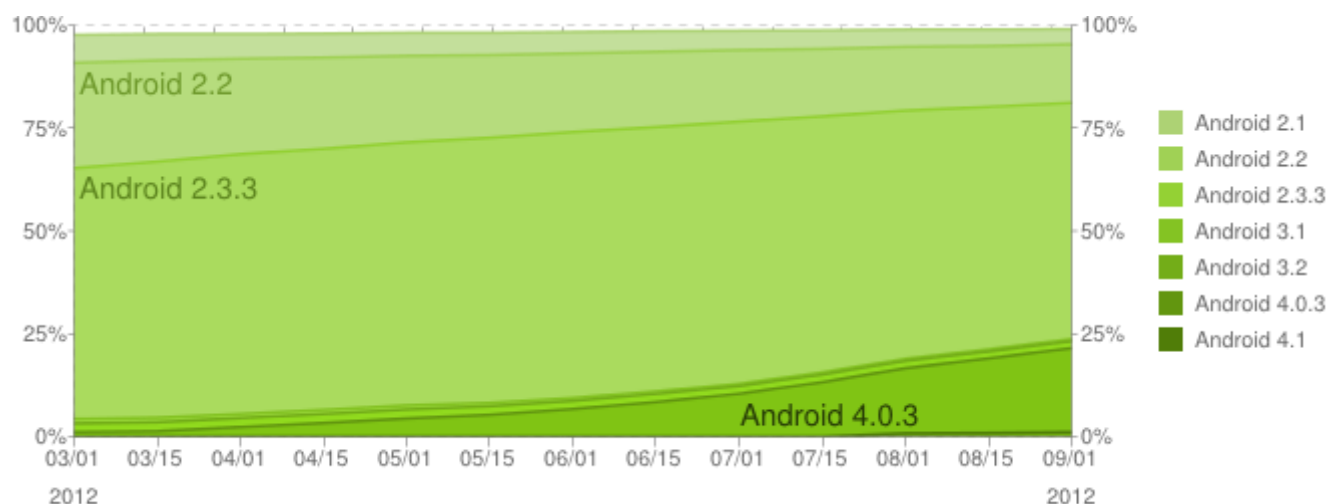


Figura 12: Histórico versiones Android (Septiembre 2012)

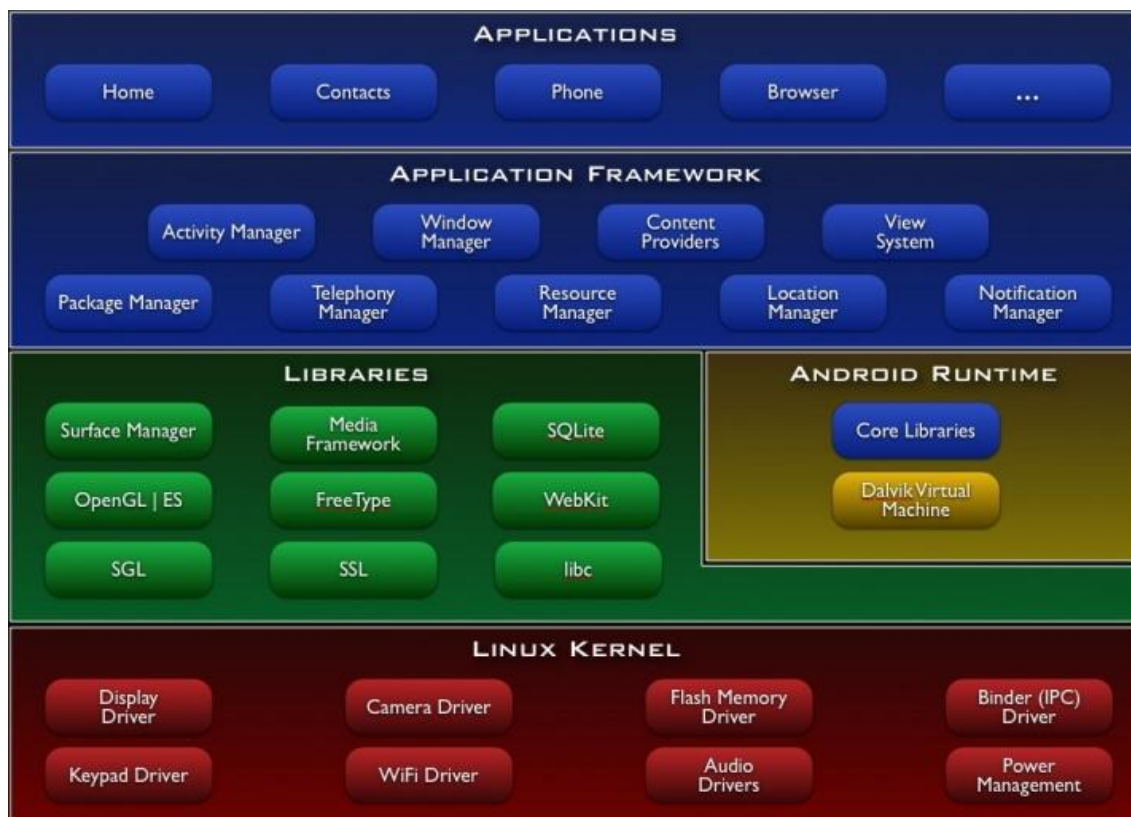
Las versiones de Android se apilan unas encima de otras, quedando la versión más antigua activa en la parte superior. En este gráfico se puede observar que si tu aplicación es desarrollada para la versión de la parte superior de la tabla (Android 2.1), entonces la

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

aplicación será compatible con el 100% de los dispositivos (y todas las versiones futuras), ya que todas las APIs de Android son compatibles con las versiones posteriores.

### 2.1.1.3 Arquitectura

En la siguiente ilustración se puede observar como la arquitectura de Android está formada por cuatro capas [3]. La capa inferior, la cual no es pública, contiene el conjunto de controladores basados en Linux. La siguiente capa posee un conjunto de librerías, las cuales solo son accesibles a través de la inmediatamente superior, el Framework de aplicaciones, que junto con la capa de aplicaciones, forman la parte pública a la cual los usuarios pueden acceder.



*Figura 13: Arquitectura Android*

A continuación se describe de manera más detallada cada una de las capas [13]:

- **Núcleo de Linux**

Es la capa inferior de la arquitectura, la cual se emplea como capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software. Está basado en la versión 2.6 de Linux y se encarga de gestionar los servicios básicos del sistema, tales como la gestión de memoria, la gestión de procesos, Entrada/Salida, red, seguridad, etc.

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- **Librerías**

Esta capa se corresponde con las librerías utilizadas por Android, que son las encargadas de comunicar la capa de abstracción de Hardware de Linux con las APIs y las aplicaciones. Dichas librerías están escritas en C/C++.

A continuación se mencionan las principales librerías:

- Libc: Son las librerías básicas de C. Incluye todas las cabeceras y funciones del lenguaje.
- Surface Manager: Se encarga de componer los diferentes elementos de navegación de pantalla. Además, también gestiona las ventanas pertenecientes a las distintas aplicaciones activas en cada momento.
- OpenGL/SGL y SGL: Representan las librerías gráficas y, por lo tanto, sustentan la capacidad gráfica de Android. SGL proporciona gráficos en 2D, por lo que para la mayoría de las aplicaciones será la librería más utilizada. Por otra parte, OpenGL/SGL maneja gráficos en 3D y permite utilizar el hardware encargado de proporcionar gráficos 3D, en el caso de que éste esté disponible en el dispositivo móvil. Una característica importante de la capacidad gráfica de Android es que es posible desarrollar aplicaciones que combinen gráficos en 3D y 2D.
- Librería SSL: Permite la utilización del protocolo SSL\* para establecer comunicaciones seguras.
- Librería Media: Proporciona todos los códecs\* necesarios para el contenido multimedia que soporta Android (audio, vídeo, imágenes estáticas y animadas, etc.)
- FreeType: Posibilita trabajar de forma rápida y sencilla con distintos tipos de fuentes.
- Librería SQL: Librería encargada de la creación y gestión de bases de datos relacionales.
- Librería WebKit: Forma el núcleo del actual navegador incluido por defecto en la plataforma Android y además proporciona un motor para las aplicaciones de tipo navegador.

- **Runtime de Android**

Se encuentra en la misma capa que las librerías de Android. Está compuesto por las *Core Libraries*, que son librerías con multitud de clases Java y la máquina virtual Dalvik. Esta máquina virtual está optimizada para requerir poca memoria y diseñada para permitir ejecutar varias instancias de la máquina virtual simultáneamente, delegando al sistema operativo subyacente la gestión de memoria e hilos.

- **Framework de Aplicaciones**

Representa fundamentalmente el conjunto de herramientas de desarrollo de cualquier aplicación. Toda aplicación que se desarrolla para Android, ya sean las propias del dispositivo, las desarrolladas por Google o terceras compañías, o incluso las que el propio

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

usuario crea, utilizan el mismo conjunto de APIs y el mismo Framework, representado por esta capa.

Entre las APIs más importantes destacamos las siguientes:

- Activity Manager: Gestiona el ciclo de vida de las aplicaciones de Android.
- Content Provider: Permite a las aplicaciones compartir sus datos con el resto de aplicaciones de Android. Por ejemplo, permite que la información de contactos, agenda, mensajes, etc. sea accesible desde otras aplicaciones.
- Location Manager: Permite a las aplicaciones obtener información de localización y posicionamiento.
- Notification Manager: Permite a las aplicaciones, usando un mismo formato, comunicar al usuario de la ocurrencia de un evento durante su ejecución, por ejemplo, una llamada entrante, un mensaje recibido, conexión Wi-Fi disponible, ubicación de un punto determinado, etc.
- Telephone Manager: Incluye todas las APIs vinculadas a las funcionalidades propias del teléfono (llamadas, mensajes, etc.).
- View System: Proporciona un gran número de elementos para poder construir interfaces de usuario, como listas, botones, mosaicos, tamaño de ventanas, control de las interfaces mediante tacto o teclado, etc. También incluye algunas vistas estándar para las funcionalidades más frecuentes.
- Window Manager: Gestiona las ventanas de las aplicaciones y emplea la librería Surface Manager.
- XMPP Service: Colección de APIs para emplear este protocolo de intercambio de mensajes basado en XML\*.

### • Aplicaciones

La última capa es la capa de aplicación donde se ejecutan las aplicaciones que se han programado empleando las APIs de la capa anterior. En esta capa se encuentran las aplicaciones básicas para que el dispositivo móvil funcione (control y gestión de llamadas, guía, navegador, etc.) y todas las demás aplicaciones que se han ido instalando en el dispositivo móvil.

#### 2.1.1.4 Ventajas

Las principales ventajas de Android se enumeran a continuación:

- Gran crecimiento en cuanto a usuario.
- Gran crecimiento en cuanto a desarrolladores.
- Gran velocidad con la que las aplicaciones llegan a Google Play (Proceso de aprobación no tan duro como en otras plataformas).
- Java como lenguaje de programación.
- Utilización de APIs (Facilitan el trabajo de los desarrolladores).
- Compatibilidad con tecnologías Web (empleo motor WebKit).
- Desarrollo fácil y completo.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Entorno multiproceso.
- Facilidad de uso: cualquier persona sin ningún conocimiento instala y desinstala aplicaciones en unos segundos.
- Miles de aplicaciones gratuitas.
- Puede ser ejecutado en múltiples modelos.
- Software libre.

### 2.1.1.5 Desventajas

A continuación se enumeran las principales desventajas de Android:

- Al poseer un proceso de aprobación de aplicaciones muy blando para Google Play, existen multitud de aplicaciones ineficientes.
- Gran número de versiones, lo que implica la existencia de un gran mercado para el cual las aplicaciones de los desarrolladores no funcionan.

### 2.1.2 iOS

iOS es el sistema operativo móvil de Apple desarrollado originalmente para el iPhone, aunque posteriormente se ha ido empleando también en el iPod Touch e iPad. Está basado en Darwin BSD\* y posee cuatro capas de abstracción: la capa del núcleo del sistema operativo, la capa de servicios principales, la capa de medios de comunicación y la capa de Cocoa Touch.

#### 2.1.2.1 Descripción y características generales

Las principales características de iOS son las siguientes [14]:

- Interfaz de usuario basada en el concepto de manipulación mediante gestos multitáctiles. Los elementos de dicha interfaz están compuestos por deslizadores, interruptores y botones. El tiempo de respuesta es inmediato. La interacción con el sistema operativo se realiza a través de gestos como tocar, arrastrar, deslizar, pellizcar o realizar un giro con los dedos. Posee acelerómetros y giroscopios internos que pueden ser utilizados por aplicaciones para responder a movimientos y gestos.
- En la pantalla principal se ubican todos los iconos de aplicaciones y el Dock\* en la parte inferior de la pantalla para poder anclar las aplicaciones más frecuentes. En la parte superior posee una barra de estado para mostrar ciertos datos como la hora, el nivel de batería y el nivel de cobertura.
- Debido a la preocupación de Apple por problemas de batería y rendimiento, iOS posee una multitarea limitada solo a las aplicaciones nativas del sistema, es decir, no permite correr varias aplicaciones de terceros al mismo tiempo. Aunque a partir de la versión 4.0 ya se permite la multitarea con aplicaciones de terceros (aunque únicamente aquellas aplicaciones desarrolladas específicamente para esta versión y posteriores).

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- No soporta ni Adobe Flash ni Java.
- Al igual que Android, a finales del año 2012 contaba con más de 700.000 aplicaciones.
- Alta integración hardware-software ya que Apple fabrica tanto los componentes del iPhone como el sistema operativo.
- Las principales aplicaciones por defecto son: teléfono, videoconferencia, cliente de correo electrónico, Safari (navegador Web), iPod (reproductor multimedia), mensajes de texto, MMS, calendario, cámara, Youtube, visor de cotización en bolsa, tiempo, notas de voz, reloj (reloj mundial, cronómetro, alarma y temporizador), calculadora, gestor de ajustes, iTunes, App Store, brújula, contactos (lista de teléfonos y direcciones), iBook\*, centro de juegos (denominado Game Center), etc.
- Las aplicaciones tienen que ser escritas y compiladas específicamente para la arquitectura ARM\*.

### 2.1.2.2 Versiones

La primera versión de iOS (anteriormente llamado iPhone OS) comenzó con el lanzamiento del iPhone el 17 de junio de 2007. El cambio de nombre es debido a que en la actualidad dicho sistema operativo corre también en iPod Touch e iPad. Apple provee actualizaciones del sistema operativo a través de iTunes (a partir de la versión 5 se puede actualizar directamente desde el dispositivo) que incluyen tanto parches de seguridad como nuevas y mejoradas características.

A continuación se describen las características de las principales versiones:

- **iOS 1.X**

Es la primera versión de iOS y actualmente se encuentra en desuso ya que no soporta aplicaciones de terceros.

- **iOS 2.X**

La versión 2.0 [15] venía preinstalada de fábrica en el iPhone 3G y los dispositivos que corrían en la versión 1.X podían actualizarse a esta versión. Las principales novedades introducidas fueron las siguientes:

- Incluye la App Store y permite descargar aplicaciones de terceros.
- Incluye soporte para Bonjour\*, lo que permite detectar otros dispositivos iPhone para conectarse entre ellos de manera sencilla sin ningún tipo de configuración.
- Permite ejecutar el navegador Safari en modo de pantalla completa.
- Incluye soporte SVG\*: Soporte para gráficos vectoriales escalables e independientes a la resolución.
- Incluye nuevos efectos utilizando CSS\* para visualizar nuevas formas, transiciones o animaciones.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Posee sincronización Push para correo, calendario y contactos, lo que permite que la sincronización sea constante sin requerir intervención por parte del usuario.
- Permite conexión a servidores que empleen Microsoft Exchange.
- Posee compatibilidad con IPsec\* VPN de Cisco: autenticación mediante certificados e identidades digitales.
- Incluye mejoras en seguridad.
- Incluye soporte WPA2\* bajo 802.11x.
- Permite realizar borrado remoto del contenido del dispositivo

### • iOS 3.X

Esta versión fue lanzada en junio de 2009 y presenta las siguientes características destacables [15] [16]:

- Permite copiar, cortar y pegar texto e imágenes entre diferentes aplicaciones.
- Incluye Spotlight que permite realizar búsquedas tanto en las aplicaciones del sistema (agenda, mail, calendario, etc.) como en las aplicaciones de terceros (dichas aplicaciones deben poder soportar esta característica).
- Incorpora un nuevo teclado horizontal para correo, notas y SMS.
- Permite el envío múltiple de fotos por correo y otras aplicaciones.
- Permite eliminar SMS de forma individual y reenviarlos.
- Soporta mensajería multimedia (MMS).
- Soporta calendarios por suscripción como CalDAV (formato empleado por Google y Yahoo).
- Incluye Voice Memos que permite grabar sonidos.
- Soporta Tethering, lo que permite compartir la conexión 3G del iPhone con un ordenador.
- Posee una nueva API que permite a los desarrolladores que sus aplicaciones se conecten directamente entre varios dispositivos a través de Wi-Fi sin necesidad de emplear una red. Esta API está orientada para el uso multijugador, pero también permite transferir archivos.
- Permite a los desarrolladores crear aplicaciones que usen la información del GPS y de sus propios mapas sin necesidad de una conexión 3G o Google Maps para dar direcciones a seguir.
- Incluye notificaciones instantáneas tipo Push que permite a las aplicaciones compatibles enviar mensajes vía Web notificando eventos incluso cuando la aplicación no esté abierta.
- Incorpora una nueva API que permite utilizar el iPhone o iPod Touch como control para los accesorios utilizando un conector patentado de Apple o mediante Bluetooth.
- Permite a las aplicaciones tener acceso a la librería de música del iPod para ser reproducida directamente.
- Permite a los desarrolladores implementar en sus aplicaciones comunicaciones de voz sobre IP\*.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

### • iOS 4.0

Esta versión está disponible desde junio de 2010. Se trata de la primera versión de iOS que deja de dar soporte a algunos dispositivos (no da soporte a la primera generación de iPhone ni iPod Touch). Entre sus principales características se destacan las siguientes [15] [17]:

- Interfaz de usuario elegante e intuitiva gracias a la tecnología multitáctil diseñada para ser manejada con el dedo sin necesidad de punteros.
- Permite controlarlo todo con solo tocar, arrastrar, deslizar, pellizcar o hacer un giro con los dedos. Además, la interfaz está traducida a más de 30 idiomas y se puede elegir el teclado entre más de 50 estilos con compatibilidad para prestaciones específicas de cada lengua.
- Gran rendimiento y estabilidad debida a que su capacidad multitarea (para iPhone e iPod Touch) permite usar varias aplicaciones al mismo tiempo, aunque únicamente es compatible con las aplicaciones desarrolladas para funcionar con iOS 4. También gestiona el consumo energético y ofrece una mayor autonomía.
- Todas las aplicaciones se ejecutan en un entorno seguro, por lo que ningún sitio Web ni aplicación puede acceder a datos de otras aplicaciones. Además, iOS es compatible con la comunicación en red cifrada.
- Funciona con Exchange de Microsoft y con servidores basados en estándares para ofrecer correo electrónico, calendario y contactos de actualización automática Push. Además permite acceder con seguridad a las redes corporativas privadas a través de protocolos VPN estándar.
- Amplia variedad de prestaciones de accesibilidad para ayudar a personas con discapacidad.
- iOS 4 cuenta con un amplio conjunto de más de 1500 nuevas APIs.
- Incluye una nueva herramienta, UIAutomation que permite automatizar las pruebas de las aplicaciones mediante scripts\* de eventos táctiles.
- Incluye un nuevo analizador de tiempo y diagnóstico de energía que permite recoger datos de rendimiento de grano-fino y realizar el seguimiento del uso de recursos de la aplicación.

### • iOS 4.2

Es la primera gran actualización de iOS 4 y se puede obtener de forma gratuita para el iPhone 4, el iPhone 3GS y el iPhone 3G [15] [18].

- Contiene nuevas prestaciones para iPhone, iPad e iPod Touch, aunque no todas las prestaciones son compatibles para todos los dispositivos.
- Requiere conectar el dispositivo al ordenador para poder descargar la actualización.
- Lleva la multitarea del iPhone y del iPod Touch al iPad.
- Permite organizar las aplicaciones del iPad en carpetas.
- Contiene AirPrint que permite imprimir correos, fotos, páginas web y documentos desde cualquiera de los tres dispositivos de manera muy simple.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Contiene AirPlay que permite reproducir en streaming\* el contenido digital de cualquiera de los tres dispositivos en un Apple TV y altavoces compatibles.
- Incluye la prestación de MobileMe que permite encontrar cualquiera de los tres dispositivos y proteger los datos si lo has perdido. Una vez configurado, permite encontrar los dispositivos en un mapa, mostrar un mensaje en su pantalla, bloquearlo por contraseña de forma remota y eliminar sus datos a distancia. También permite restaurar todo desde la última copia de seguridad.
- Permite unificar las diferentes cuentas de correo electrónico para así poder recibir los mensajes de todas las cuentas en un único buzón de entrada. También permite organizar dichos correos por hilos y abrir adjuntos de aplicaciones de terceros.
- Incluye Game Center que es un servicio que permite estar conectado a tus contactos, comprobar que juegos poseen, sus progresos en los mismos y realizar partidas en red entre varios dispositivos. Aunque Game Center sólo funciona con aplicaciones compatibles con este servicio.
- Permite alquilar películas en iTunes.
- El navegador Safari incluido permite realizar búsquedas rápidas de texto para encontrar y subrayar palabras y frases concretas.
- Permite personalizar las notas con diferentes estilos de letra.
- Incluye mejoras en la accesibilidad como controlar VoiceOver\* con un teclado inalámbrico y escribir en braille con más de 30 teclados Bluetooth compatibles en más de 25 idiomas.
- Permite aceptar y rechazar invitaciones a eventos de contactos mediante servicios del calendario como Yahoo, Google y Microsoft Exchange directamente desde la aplicación calendario incorporado.
- Permite elegir entre 17 alertas nuevas y asignar tonos personalizados a las personas de la lista de contactos.

### • iOS 4.3

Esta versión fue publicada en marzo de 2011 y se puede obtener de forma gratuita para el iPhone 4 y el iPhone 3GS. Además, también es compatible para otros dispositivos como el iPod Touch e iPad [15] [19].

- Incluye una implementación de ASLR para aumentar la seguridad de los dispositivos dificultando que los usuarios puedan ejecutar aplicaciones distintas a las alojadas en el App Store.
- Incluye mejoras en la aplicación AirPlay como soporte de video para aplicaciones de terceros.
- Mejora el rendimiento del navegador Safari con el nuevo motor Nitro JavaScript.
- Permite reproducir en cualquier dispositivo iOS toda la biblioteca de iTunes que se posea en el ordenador a través de una red Wi-Fi compartida.
- Permite personalizar el interruptor lateral del iPad para bloquear la rotación de pantalla o silenciar el volumen.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- Incluye Hotspot, lo que permite compartir la conexión de internet del iPhone con hasta cinco dispositivos a la vez a través de Wi-Fi, Bluetooth o USB.
- Permite cancelar y eliminar una aplicación que se esté descargando. Hasta la versión 4.2, solo se permitía eliminar una aplicación ya descargada.

### • iOS 5.X

Esta versión fue presentada al público en junio de 2011 y deja de dar soporte a dispositivos antiguos como el iPhone 3G y el iPod Touch 2G. Al igual que la cuarta versión de iOS, también es compatible para otros dispositivos como el iPod Touch e iPad [15] [20].

- La principal novedad de esta versión es el rediseño completo del sistema de notificaciones. Ahora las notificaciones se colocan en un área a la que se accede mediante un desliz desde la barra de estado hacia abajo, como se realiza en el sistema Android.
- Se ha perfeccionado la aplicación Game Center permitiendo ahora agregar una foto al perfil, ver los amigos de tus amigos, etc.
- Incluye la aplicación Newstand la cual es similar al iBook Store pero permitiéndote además suscribirte a revistas y descargarlas en el dispositivo.
- La aplicación Twitter se integra a todo el sistema iOS permitiendo por ejemplo “tuitear” cualquier imagen desde la aplicación Fotos o compartir la Web que se esté navegando en un momento dado.
- Se integra en la nube obteniendo de esta forma multitud de servicios tales como copias de seguridad remotas, servicio de localización del dispositivo, etc.
- Incluye sincronización en segundo plano permitiendo de esta manera usar el dispositivo mientras se está realizando una sincronización con iTunes.
- Incorpora recordatorios geolocalizados, es decir, permite añadir a una tarea un aviso, que se active al llegar o salir de una ubicación gracias al GPS.
- Permite enviar mensajes a dispositivos iOS sin número de teléfono como un iPad o un iPod Touch empleando la misma dirección de correo activa. También permite enviar los mensajes gratuitos entre dispositivos iOS 5, en cambio, si el otro dispositivo no es iOS o es una versión antigua, se enviará como siempre en forma de SMS o MMS con el coste establecido por la compañía.
- Incluye nuevas funciones para la cámara como poder acceder con la pantalla bloqueada, bloquear la exposición y el enfoque, activar el zoom mediante gestos, etc.

### • iOS 6

Esta versión fue publicada en septiembre de 2012 y puede actualizarse gratuitamente desde el iPhone (3GS, 4, 4S o 5), iPad (segunda o tercera generación) o iPod Touch de cuarta o quinta generación sin necesidad de conectar el dispositivo al ordenador [15] [21].

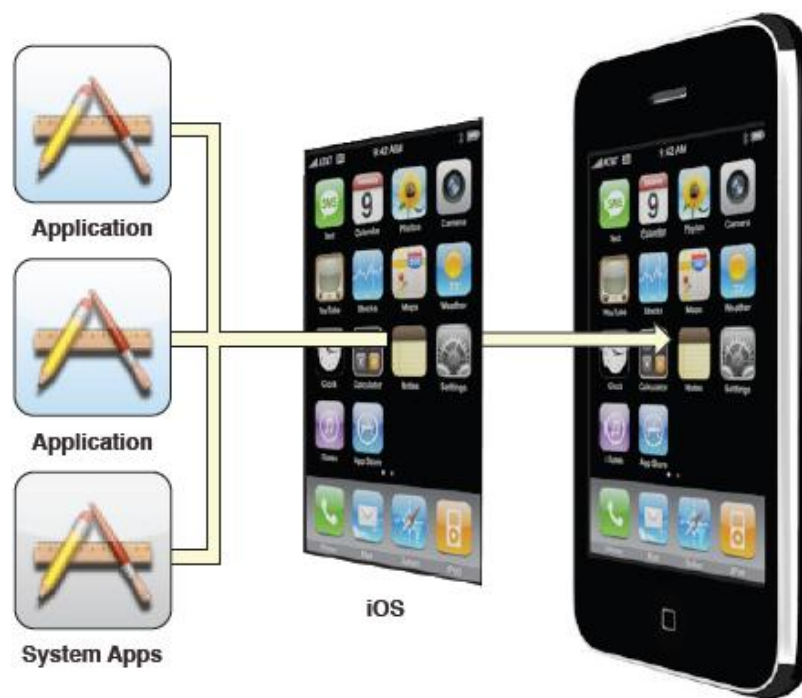
## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Incluye una aplicación, Mapas, basado en vectores ofreciendo un texto nítido, imágenes claras y una transición rápida y fluida al desplazarte por él o ajustar el zoom. Además contiene indicaciones de voz, vista en 3D e información del tráfico en tiempo real.
- Incluye un asistente inteligente denominado Siri que se puede emplear usando la voz para enviar mensajes, programar reuniones, consultar resultados, etc.
- La aplicación Facebook se encuentra totalmente integrada con iOS. Permite publicar fotos directamente desde la cámara o desde la aplicación Fotos, publicar tu ubicación desde la aplicación Mapas o emplear el asistente Siri para que realice publicaciones. Los eventos de Facebook se integran en el calendario y los datos de tus amigos en los contactos.
- Permite compartir fotos en streaming seleccionándolas desde la aplicación Fotos y eligiendo con quien desees compartirlas.
- La aplicación Passbook permite tener organizadas las tarjetas de embarque, entradas de cine, cupones o tarjetas cliente hasta el punto de poder pasar el dispositivo por el escáner para facturar maletas, entrar al cine o canjear cupones.
- La aplicación FaceTime permite realizar videollamadas empleando las redes de telefonía móvil además de por Wi-Fi.
- Incluye nuevas prestaciones al teléfono como por ejemplo que al rechazar una llamada se pueda responder al instante mediante un mensaje de texto o crear un recordatorio. También permite bloquear las llamadas y notificaciones permitiendo solo las que se deseen.
- Se ha rediseñado la aplicación Mail para facilitar la lectura, la escritura y el adjuntar fotos y videos.
- El navegador Web Safari incluye nuevas prestaciones como la posibilidad de guardar las páginas Web para poder leerlas sin conexión a Internet. Además, el servicio de la nube se encarga de llevar la lista de páginas abiertas a todos los dispositivos del usuario permitiendo de este modo empezar a navegar en uno y continuar en otro.
- Incluye nuevas prestaciones de accesibilidad como el acceso guiado que permite a gente con discapacidad centrarse en lo que están haciendo y en el contenido.
- Permite obtener fotos panorámicas de hasta 240 grados.
- Incluye un modo de objetos perdidos que permite localizar y proteger un dispositivo extraviado.
- Se han rediseñado el iTunes Store, el App Store y el iBook Store mostrando en la pantalla principal las últimas novedades y permitiendo ver el historial.
- Incluye nuevas prestaciones para China como introducción de texto mejorada, un nuevo diccionario y compatibilidad con el reconocimiento de escritura manual para más de 30.000 caracteres.

### 2.1.2.3 Arquitectura

La arquitectura de iOS [22] es similar a la arquitectura básica que se encuentra en Mac OS X. En el nivel más alto, iOS actúa como un intermediario entre el hardware y las aplicaciones, tal y como se muestra en la siguiente figura:

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

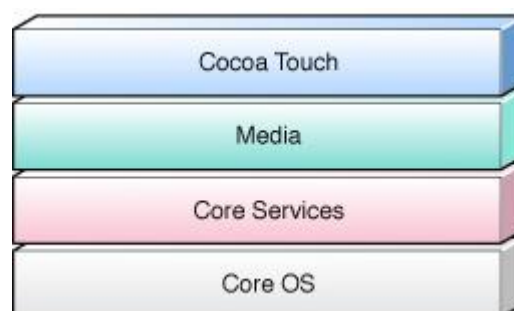


*Figura 14: Arquitectura iOS*

Las aplicaciones de terceros rara vez se comunican directamente con el hardware. En cambio se comunican a través de un conjunto de interfaces definidas por el sistema para así proteger las aplicaciones de cambios hardware.

La arquitectura iOS se puede observar como un conjunto de capas en donde las capas inferiores se encuentran los servicios y tecnologías fundamentales en las que se basan todas las aplicaciones y las capas superiores contienen servicios y tecnologías más sofisticadas.

En la siguiente imagen se muestra una visión de alto nivel de las distintas capas que componen la arquitectura.



*Figura 15: Capas Arquitectura iOS*

A medida que se asciende por las capas, se encuentran tecnologías más avanzadas que emplean interfaces basadas en una mezcla de C y Objective-C.

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- **Núcleo del sistema operativo [23]**

Contiene las características de bajo nivel en las que la mayoría de las otras tecnologías se basan. Aunque no se estén empleando estas tecnologías directamente en las aplicaciones, lo más probable es que se estén usando a través de otros Framework. Además los Framework de esta capa se emplean en situaciones donde son necesarias tratar explícitamente con la seguridad o comunicarse con un accesorio hardware externo.

Entre los Framework más importantes destacamos los siguientes:

- *Accelerate Framework*: Contiene interfaces para realizar las operaciones numéricas y cálculos de DSP\* entre otros.
- *External Accesory Framework*: Proporciona soporte para la comunicación con los accesorios hardware conectados al dispositivo basado en iOS. Proporciona una vía para obtener información sobre cada accesorio disponible e iniciar sesiones de comunicación.
- *Security Framework*: Además de las características integradas de seguridad, iOS también proporciona un Framework de seguridad explícita que se puede emplear para garantizar la seguridad de los datos de la aplicación gestionada. Proporciona interfaces para la gestión de certificados, clave pública y privada, y políticas de confianza.

Esta capa rodea el entorno del núcleo, los controladores y las interfaces Unix de bajo nivel del sistema operativo del dispositivo. Además, controla el sistema de memoria virtual, los hilos, el sistema de archivos, la red y la comunicación entre procesos. Los drivers de esta capa también proporcionan la interfaz entre el hardware y los Framework del sistema. iOS proporciona un conjunto de interfaces para acceder a muchas características de bajo nivel del sistema operativo. Las aplicaciones tienen acceso a estas características a través de la librería LibSystem. Estas interfaces están basadas en C y proporcionan soporte a: hilos, sockets\*, acceso al sistema de archivos, E/S estándar, Bonjour y servicios DNS, información local, asignación de memoria y cálculos matemáticos.

- **Núcleo de servicios [24]**

Esta capa contiene los servicios fundamentales del sistema que emplean todas las aplicaciones. Aunque no se usen estos servicios directamente, muchas partes del sistema se construyen sobre estos. A continuación se describen algunas de las tecnologías claves disponibles en esta capa:

- *Block Objects*: Se introdujo en iOS 4.0 y se pueden describir como una función anónima y los datos que van con dicha función. Suelen ser especialmente útiles como devoluciones de llamadas o en lugares donde se necesita una manera fácil de combinar el código a ejecutar y los datos asociados.
- *Grand Central Dispatch*: Se introdujo en iOS 4.0 y es una tecnología que se emplea para gestionar la ejecución de las tareas en la aplicación.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

Combina un modelo de programación asíncrona con un núcleo optimizado para ofrecer una alternativa eficiente a los hilos. También provee alternativas para muchos tipos de tareas de bajo nivel como leer y escribir descriptores de ficheros, implementar temporizadores y monitorizar señales y eventos de proceso.

- *In-App Purchase*: Se introdujo en iOS 3.0 y ofrece la capacidad para vender contenidos y servicios desde el interior de la aplicación. Esta característica se implementa desde el Framework Store Kit que proporciona la infraestructura necesaria para procesar las transacciones financieras utilizando la cuenta de usuario de iTunes.
- *SQLite*: La librería SQLite permite incorporar una ligera base de datos SQL a la aplicación sin ejecutar un proceso servidor remoto de base de datos separado. Desde la aplicación se puede crear archivos de base de datos locales, gestionar tablas y grabar en los archivos. La base de datos está diseñada para su uso general pero está optimizada para proporcionar un acceso rápido a los registros de la base de datos.
- *XML Support*: Proporciona la clase NSXMLParser para recuperar elementos de un documento XML. El soporte adicional para manipular el contenido XML es proporcionado por la librería libXML2. Esta librería de código abierto permite analizar y escribir datos XML de forma rápida y transformar el contenido XML a HTML.

Entre los Framework más importantes de esta capa destacamos los siguientes:

- *Address Book Framework*: Proporciona acceso a los contactos almacenados en el dispositivo de un usuario.
- *CFNetwork Framework*: Proporciona un conjunto de interfaces de alto rendimiento basados en C que utiliza abstracciones orientadas a objetos para trabajar con protocolos de red obteniendo un control detallado sobre la pila de protocolos y simplificar el uso a bajo nivel de sockets entre otros.
- *Core Data Framework*: Es una tecnología para gestionar el modelo de datos de una aplicación Modelo-Vista-Controlador. En lugar de definir las estructuras de datos programando, se pueden emplear las herramientas gráficas de Xcode para construir el esquema de representación del modelo de datos. En tiempo de ejecución, las instancias de las entidades del modelo de datos se crean, administran y validan a través de este Framework.
- *Core Foundation Framework*: Proporciona un conjunto de interfaces basadas en C que permiten gestionar datos básicos y características de servicios de aplicaciones iOS. Incluye soporte para colecciones de tipos de datos, paquetes, gestión de cadenas de caracteres, gestión de tiempo y fecha, gestión de bloques de datos, gestión de preferencias, manipulación de URL\* y flujo, bucles e hilos y comunicación socket y puertos.
- *Core Location Framework*: Proporciona información sobre la ubicación a la aplicación. Para obtener dicha información emplea el GPS, Wi-Fi, brújula, red, etc.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Core Media Framework: Proporciona los tipos multimedia de bajo nivel que usa el Framework AV Foundation. La mayoría de las aplicaciones no emplean este Framework, solo aquellos desarrolladores que necesitan un mayor control de precisión sobre la creación y presentación de contenido audio y video.
- Core Telephony Framework: Proporciona interfaces para interactuar con la información base del teléfono como por ejemplo obtener información acerca del proveedor del servicio de red.
- Event Kit Framework: Proporciona una interfaz para acceder a los eventos del calendario en el dispositivo del usuario.
- Foundation Framework: Proporciona envolturas de Objective-C para muchas de las características que se encuentran en el Framework Core Foundation. Además proporciona soporte a las siguientes características: colecciones de tipos de datos, paquetes, gestión de cadenas de caracteres, gestión de tiempo y fecha, gestión de bloques de datos, gestión de preferencias, manipulación de URL y flujo, bucles e hilos, Bonjour, gestión de puertos de comunicación, internacionalización, correspondencia de expresiones regulares y soporte a la caché.
- Mobile Core Services Framework: Define los tipos de bajo nivel utilizados en identificadores de tipo uniforme.
- Quick Look Framework: Proporciona una interfaz directa para previsualizar el contenido de los archivos que la aplicación no soporta directamente. Se emplea principalmente en las aplicaciones de descargas de archivos.
- Store Kit Framework: Proporciona soporte para la adquisición de contenidos y servicios de la aplicación. En concreto se encarga de los aspectos financieros, tramitando la solicitud de pago a través de la cuenta de usuario de iTunes y proporcionando a la aplicación información sobre la compra.
- System Configuration Framework: Proporciona interfaces de accesibilidad que se pueden emplear para determinar la configuración de la red de un dispositivo. Se puede emplear para determinar si una red Wi-Fi o conexión telefónica está en uso y si se puede acceder al servidor host en particular.

- **Media [25]**

Contiene la tecnología de gráficos, audio y video orientada a crear la mejor experiencia multimedia disponible en un dispositivo móvil.

En cuanto a los gráficos, la forma más simple y eficiente para crear una aplicación es emplear imágenes pre-renderizadas\* junto con las vistas estándar y controles del Framework UIKit y dejar al sistema que lo cree. Sin embargo en ocasiones es necesario emplear algo más que gráficos simples, para lo cual se pueden emplear las siguientes tecnologías que se detallan más adelante: Core Graphics (Quartz), Core Animation, OpenGL ES, Core Text, Image I/O y Assets Library.

Con respecto al audio, incluye diferentes formas de reproducir y grabar audio de alta calidad y de activar la función de vibración en determinados dispositivos. iOS soporta los

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

siguientes formatos de audio: AAC, Apple Lossless (ALAC), A-law, IMA/ADPCM (IMA4), Linear PCM,  $\mu$ -law, DVI/Intel IMA ADPCM, Microsoft GSM 6.10 y AES3-2003.

En cuanto al video, el sistema ofrece varias formas de reproducir y grabar contenido de video. iOS soporta los siguientes formatos de video: .mov, .mp4, .m4v, y .3gp.

Entre los Framework más importantes destacamos los siguientes:

- Assets Library Framework: Proporciona una interfaz basada en consultas para recuperar fotos y videos desde el dispositivo. Mediante este Framework se puede acceder a los mismos recursos que normalmente son gestionados por la aplicación de fotos incluyendo elementos del álbum de fotos del usuario, y cualquier foto o video que se importe al dispositivo.
- AV Foundation Framework: Contiene clases Objective-C para reproducir contenido de audio. Permite reproducir múltiples sonidos de forma simultánea y controlar varios aspectos de la reproducción de cada sonido. A partir de iOS 3.0 este Framework incluye también soporte para la grabación de audio y para la gestión de información de la sesión de audio. A partir de iOS 4.0, este Framework se amplió para incluir: gestión de los recursos multimedia, edición multimedia, captura de video, reproducción de video, gestión de pista, gestión de los metadatos de los elementos multimedia, sincronización precisa entre sonidos y una interfaz de Objective-C para determinar detalles sobre archivos de sonido como el formato de datos, frecuencia de muestreo y el número de canales. Por lo tanto este Framework sirve para la grabación y reproducción de audio y video en iOS, pero también proporciona un soporte mucho más sofisticado para el manejo y organización de los elementos multimedia, que los Framework de nivel superior.
- Core Audio: El soporte nativo para el audio es proporcionado por la familia de Frameworks Core Audio. Core Audio es una interfaz basada en C que da soporte a la manipulación de audio basado en estéreo. Se puede emplear Core Audio para generar, grabar, mezclar y reproducir audio en las aplicaciones. También se puede emplear Core Audio para activar la capacidad de vibrar en los dispositivos que lo soporten. Los Framework de Core Audio son los siguientes:
  - Framework Core Audio: Define los tipos de datos de audio utilizados en Core Audio.
  - Framework AudioToolbox: Proporciona servicios de reproducción y grabación de archivos de audio. También proporciona soporte para la gestión de archivos de audio, reproducir sonidos de alerta del sistema y activar la capacidad de vibrar en algunos dispositivos.
  - Framework AudioUnit: Provee servicios para usar unidades de audio integradas.
- Core Graphics Framework: Contiene las interfaces del API gráfico Quartz 2D. Quartz es el mismo motor gráfico avanzado basado en vectores que se emplea en MAC OS X. Ofrece soporte para imágenes, colores,

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

transformaciones de coordenadas de espacio, creación de documentos PDF, etc. Aunque la API está basada en C, usa abstracción basada en objetos para representar objetos gráficos fundamentales, por lo que es más fácil almacenar y reutilizar el contenido gráfico.

- Core MIDI Framework: Proporciona una vía de comunicación estándar con dispositivos MIDI\* incluyendo teclados hardware y sintetizadores. Se puede emplear para enviar y recibir mensajes MIDI y para interactuar con los periféricos MIDI conectados al dispositivo basado en iOS utilizando la conexión física o de red.
- Core Text Framework: Contiene un conjunto sencillo y de alto rendimiento de interfaces basadas en C para el trazado de texto y manejo de fuentes. Este Framework proporciona un motor de diseño de texto completo que se puede emplear para gestionar la colocación de texto en la pantalla. Al texto gestionado se le pueda dar estilo con diferentes tipos de letra y atributos de representación. Se suele emplear para aplicaciones de procesamiento de textos.
- Core Video Framework: Proporciona soporte Buffer para el Framework Core Media. Casi ninguna aplicación requiere utilizar este Framework.
- Image I/O Framework: Proporciona interfaces para importar y exportar datos y metadatos de imágenes.
- Media Player Framework: Proporciona un soporte de alto nivel para la reproducción de audio y video contenido en la aplicación. Se puede emplear para reproducir video con una interfaz estándar del sistema. En iOS 3.0 se añadió soporte para acceder a la librería de música iTunes del usuario que permite reproducir pistas de música y listas de reproducción, buscar canciones y presentar al usuario una interfaz multimedia. En iOS 3.2 se introdujeron cambios para añadir soporte a la reproducción de video desde una vista de tamaño variable y se añadieron interfaces para dar soporte a la configuración y gestión de reproducción de películas.
- OpenAL Framework: Es una API de audio multiplataforma para el renderizado eficiente de audio posicional. Está ideada para su uso en videojuegos.
- OpenGL ES Framework: Proporciona herramientas para el contenido gráfico 2D y 3D. Está basado en C y trabaja en estrecha colaboración con el hardware del dispositivo para ofrecer una alta velocidad de fotogramas en aplicaciones estilo juegos de pantalla completa.
- Quartz Core Framework: Contiene las interfaces Core Animation. Core Animation es una animación avanzada y tecnología de composición que usa ruta de renderizado optimizada para implementar animaciones complejas y efectos visuales.

- **Cocoa Touch [26]**

Contiene los Framework clave para la creación de aplicaciones iOS. Esta capa define la infraestructura de aplicación base y soporta las tecnologías claves como la multitarea, la entrada táctil, las notificaciones Push y muchos servicios de alto nivel del sistema. La mayoría de las tecnologías que incluye esta capa se basan en Objective-C.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

Entre los Framework más importantes destacamos los siguientes:

- Address Book UI Framework: Es una interfaz de programación de Objective-C que se emplea para mostrar interfaces de sistema estándar para crear nuevos contactos y para editar y seleccionar contactos existentes. Este Framework simplifica el trabajo necesario para mostrar información de contacto en las aplicaciones desarrolladas y asegura que las aplicaciones utilicen las mismas interfaces asegurando así la consistencia a través de la plataforma.
- Event Kit UI Framework: Proporciona controladores de vista para la presentación de las interfaces estándar del sistema para ver y editar eventos de calendario.
- Game Kit Framework: Permite añadir capacidades de red P2P\* a las aplicaciones. En concreto este Framework da soporte para conexiones punto a punto y funciones de voz en juegos. El Framework proporciona funciones a través de un sencillo pero potente conjunto de clases construidas sobre Bonjour. A partir de la versión 4.1 se introduce una extensión del Framework denominada Game Center que permite crear alias, tablas de clasificaciones y registrar progresos.
- iAd Framework: Permite ofrecer anuncios basados en banners\*. Dichos anuncios se incorporan en las vistas estándar que se integran en la interfaz de usuario y se presentan cuando el desarrollador lo desee.
- Map Kit Framework: Provee un interfaz de mapa de desplazamiento que el desarrollador puede integrar en sus vistas de jerarquía existentes. Este mapa se puede usar para proveer direcciones o resaltar puntos de interés entre otras opciones.
- Message UI Framework: Proporciona soporte para crear y encolar mensajes de correo electrónico en la bandeja de salida del usuario. Este soporte consiste en una interfaz vista controlador que el desarrollador puede presentar en su aplicación. Se pueden rellenar previamente los campos del controlador para establecer el destinatario, asunto, cuerpo del mensaje y cualquier adjunto que se desee incluir en el mensaje. También permite editar el mensaje antes de enviarlo. A partir de la versión iOS 4.0, este Framework proporciona también un controlador de vista para presentar una pantalla de composición de SMS que se puede emplear para crear y editar mensajes SMS.
- UIKit Framework: Proporciona la infraestructura clave para la implementación gráfica de aplicaciones conducidas por eventos en iOS. Cada aplicación iOS utiliza este Framework para implementar las siguientes funciones básicas.
  - Gestión de aplicación
  - Gestión de interfaz de usuarios
  - Soporte a gráficos y ventanas
  - Soporte multitarea
  - Soporte de impresión
  - Soporte de eventos táctiles y de movimiento

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Objetos que representan las vistas estándar del sistema y los controles
- Soporte al texto y contenido Web
- Soporte para copiar, pegar y cortar
- Soporte al contenido animado de las interfaces de usuario
- Integración con otras aplicaciones en el sistema a través de esquemas URL
- Soporte al servicio de notificaciones Push de Apple
- Soporte de accesibilidad para usuarios con discapacidad
- Programación de notificaciones locales
- Creación de PDF
- Soporte para el uso de vistas personalizadas de entrada que se comportan como el teclado del sistema
- Soporte para la creación de vistas personalizadas de texto que interactúan con el teclado del sistema.

Además de proveer de código fundamental para las aplicaciones de los desarrolladores, UIKit también incorpora soporte para algunas características específicas del dispositivo como:

- Datos del acelerómetro
- Cámara integrada
- Bibliotecas de fotos del usuario
- Nombre del dispositivo e información del modelo
- Información sobre el estado de la batería
- Información sobre el sensor de proximidad
- Información sobre el control remoto de los auriculares conectados

El punto de partida para cualquier nuevo proyecto es la capa Cocoa Touch, si se desea emplear tecnología adicional, se debe comenzar por los Frameworks de las capas superiores. Los Framework de alto nivel permiten dar soporte de forma sencilla al comportamiento estándar del sistema con el menor esfuerzo posible por parte del desarrollador. Únicamente se debe recurrir a los Frameworks de nivel inferior si se desea implementar comportamientos personalizados que no proporcione un nivel superior.

### 2.1.2.4 Ventajas

Las principales ventajas de iOS se enumeran a continuación:

- Hasta el año 2012 poseía la mayor plataforma de aplicaciones del mundo.
- A partir de la versión 4.0 posee entorno multiproceso.
- Alta integración hardware-software.
- Posee numerosos Frameworks que facilitan el desarrollo de las aplicaciones.
- Amplia variedad de prestaciones de accesibilidad para personas con discapacidad.

### 2.1.2.5 Desventajas

A continuación se enumeran las principales desventajas de iOS:

- Proceso de aprobación para la publicación de aplicaciones muy duro, lo que además implica que se demoren en estar disponibles.
- Requiere poseer un ordenador Macintosh para poder desarrollar.
- Requiere pagar una cuota para poder publicar una aplicación y Apple se queda un porcentaje de los beneficios que se obtengan (en la actualidad un 30%).
- El lenguaje de programación Objective-C no es tan sencillo como los empleados en Android o Windows Phone.
- Únicamente se puede ejecutar en dispositivos de Apple.
- No soporta ni Adobe Flash ni Java.
- Solución propietaria y cerrada.

### 2.1.3 Windows Phone

Windows Phone OS [27] es el nuevo sistema operativo de Microsoft para dispositivos móviles. Ha sido creado en base a dos pilares. El primero consiste en la creación de un diseño ligero en la que se ha apostado por la experiencia del usuario para premiar la velocidad y las acciones intuitivas. El segundo consiste en la integración de las experiencias que se basa en el principio de que los teléfonos móviles se han convertido en un elemento fundamental en la vida personal y laboral de las personas y por ello, Windows Phone integra en un mismo dispositivo todo lo necesario haciéndolo interoperable con otros dispositivos utilizando todas las prestaciones de internet.

#### 2.1.3.1 Descripción y características generales

Las principales características de Windows Phone son las siguientes [28]:

- Dispone de una pantalla principal basada en Silverlight (se explica más adelante) que está compuesta de mosaicos dinámicos que muestran información personalizada y que se actualiza de forma constante para informar de cualquier cambio al usuario. La información que se muestra puede tratarse de llamadas, mensajes, correos electrónicos, eventos, juegos o enlaces a aplicaciones.
- La interfaz se organiza en base a un nuevo concepto denominado Hubs, los cuales clasifican acciones y agrupan aplicaciones que se corresponden con una determinada actividad. Windows Phone presenta seis Hubs Oficiales: contactos, imágenes, música y vídeo, Office, juegos, y Marketplace. Además, las aplicaciones de terceros se pueden integrar en el Hub correspondiente mejorando las funciones de cada Hub.
- Posee dos tipos de implementaciones para el desarrollo de aplicaciones. La primera, Microsoft Silverlight, está orientado al desarrollo de aplicaciones. El segundo, Microsoft XNA (se explica más adelante), está orientado al desarrollo de juegos.
- Posee una serie de requisitos mínimos para los dispositivos:
  - Pantalla WVGA (800x480) y capacitiva de cuatro puntos.

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- DirectX 9 con soporte para aceleración por hardware de audio y video.
- Sensores: A-GPS, acelerómetro, brújula, sensor de luz y sensor de proximidad.
- Cámara digital de 5 mega pixeles o más con flash.
- Soporte para conexiones de datos, telefonía y Wi-Fi.
- Memoria: 256MB RAM o mas, 8GB Flash o más.
- CPU: ARMv7 Cortex/Scorpion o superior.
- Botones de inicio búsqueda y volver.
- El Windows Phone Marketplace supone para los desarrolladores una localización centralizada para subir y certificar aplicaciones. Además supone para los usuarios un lugar para comprar o actualizar sus aplicaciones
- No soporta Flash.
- No admite multitarea para aplicaciones de terceros en sus versiones iniciales.

### 2.1.3.2 Versiones

La primera versión de Windows Phone fue lanzada en el último trimestre de 2010 como sucesor del sistema operativo Windows Mobile. Desde ese lanzamiento han ido surgiendo diversas actualizaciones, pero únicamente vamos a comentar las características de las dos principales:

- **Windows Phone 7 [29]**

Es la primera versión de esta plataforma, la cual está pensada para el mercado de consumo de los dispositivos móviles en lugar del mercado empresarial. Las principales novedades que introdujo fueron:

- La pantalla principal de Windows Phone 7 se personaliza rápidamente y se actualiza constantemente para informar de los próximos eventos. En función de la aplicación, en la pantalla de inicio se muestran mensajes, citas, noticias, el tiempo, juegos, estado de los contactos, etc. todo actualizado a través de Internet.
- Se basa en el concepto de Hub que es similar al concepto de carpetas. Los Hubs reúnen un conjunto de experiencias integradas por categoría con el objetivo de reducir los pasos necesarios para realizar las tareas cotidianas. Windows Phone 7 ofrece seis Hubs oficiales.
- El Hub de contactos constituye un centro de información de actividad de los contactos del usuario. Dicho Hub centraliza toda la información relacionada con cambios de estado, imágenes compartidas, comentarios y toda la información que los contactos del usuario hayan compartido en Windows Live y Facebook. Además permite actualizar el propio estado y comentar publicaciones de los contactos. En este Hub también se incluyen los contactos de otras fuentes como la tarjeta SIM.
- El Hub de imágenes y cámara almacena la colección de imágenes que el usuario guarde en el teléfono y las imágenes procedentes de los contactos de Windows Live y Facebook.
- El Hub de música y vídeo permite la reproducción de la colección de la música y vídeos del usuario. En este Hub se integran las funcionalidades del servicio ZUNE de Microsoft, por lo que permite también escuchar

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

podcast\*, listas de reproducción o realizar comentarios de música a otros usuarios.

- El Hub de Office convierte Windows Phone 7 en una plataforma con funciones de productividad. Permite acceder a los servicios Word, Excel, OneNote y PowerPoint de Office que permiten editar y compartir archivos de estos servicios a través de Sharepoint.
- El Hub de juegos incluye las funcionalidades de Xbox Live mediante el cual se pueden compartir logros, retar a amigos y personalizar el avatar.
- El Hub de Marketplace permite comprar y descargar todo tipo de contenido como aplicaciones, música, películas, etc. Algunos contenidos se pueden probar antes de comprarlos.
- Los desarrolladores pueden realizar un seguimiento del estado de subida de la aplicación y recibir una notificación con la certificación de que el proceso se ha completado o no con éxito.
- Las herramientas de Business Intelligence de Windows Phone ofrecen a los desarrolladores información sobre cómo están siendo utilizadas sus aplicaciones, informes de ventas y ganancias, comentarios de los usuarios e información de depuración reportada por sus aplicaciones.
- La plataforma de aplicaciones de Windows Phone posee muchas características para construir aplicaciones que se puedan integrar con servicios accesibles mediante Internet. Estos servicios en la nube pueden estar tanto en Azure como en servicios Web de terceros y pueden ser accedidos para consumir datos desde el teléfono.
- La plataforma de desarrollo de aplicaciones de Windows Phone ofrece una API de cliente que permite acceder a servicios en la nube que notifiquen a las aplicaciones del desarrollador cuando ocurre cualquier evento.
- El servicio de localización permite trabajar junto con las APIs de localización del teléfono, haciendo transparente su presencia para el desarrollador. Dicho servicio utiliza datos GPS y Wi-Fi como fuente para dar la posición actual.
- Contiene servicios que permiten compartir datos en la nube eliminando las barreras de cualquier dispositivo, ya que permiten acceder a dichos datos tanto desde Windows Phone como desde cualquier ordenador. Entre dichos servicios destacan Xbox Live, Windows Azure, comunicaciones y localización, etc.
- Visual Studio 2010 proporciona el entorno de desarrollo necesario para crear aplicaciones empleando la plataforma de Windows Azure como un servicio en la red. Este servicio se encuentra alojado en los centros de datos de Microsoft. Windows Azure ofrece la posibilidad de contar con centros de alto rendimiento, tanto para el uso empresarial como de aplicaciones de consumo sin la necesidad de realizar importantes inversiones de hardware y licencias. El sistema está basado en estándares, soportando REST\* y SOAP\*.
- Incorpora Microsoft Outlook Mobile, que permite ordenar, analizar y administrar varias cuentas de correo electrónico con facilidad. También permite administrar calendarios personales y de empresa, consultar las solicitudes de reunión, resolver conflictos de programación y responder directamente desde el correo electrónico.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- Posee un servicio gratuito para PC que permite de forma remota bloquear o localizar el dispositivo con Windows Phone y eliminar los datos en caso de pérdida o robo. Además permite restaurar automáticamente información mediante copias de seguridad en línea de contactos, citas de calendario y notas.

- **Windows Phone 8 [91]**

Es la segunda generación de la plataforma Windows Phone, la cual se liberó para los consumidores en el cuarto trimestre de 2012. Esta versión no es actualizable para dispositivos que posean Windows Phone 7 y las nuevas aplicaciones desarrolladas específicamente para esta versión tampoco podrán ser ejecutadas en dispositivos con Windows Phone 7. A continuación se muestran sus principales características:

- La pantalla principal de Windows Phone 8 permite estar siempre en contacto y conectado ya que permite anclar mensajes de texto, próximas citas del calendario, aplicaciones, contactos, música etc.
- Incluye una nueva función llamada Live Apps que permite mostrar notificaciones incluso con la pantalla bloqueada. Dichas notificaciones se pueden personalizar seleccionando su ubicación, cambiando el tamaño o modificando el color.
- Incorpora Live Titles que consiste en mosaicos pequeños que enlazan a aplicaciones, características, funciones y objetos individuales mostrando información útil y personalizada para el usuario.
- Proporciona un rincón infantil para que los más pequeños accedan a aplicaciones, juegos, vídeos y música previamente seleccionada protegiendo el resto de contenidos mediante una contraseña evitando de esta manera que eliminen contactos, envíen correos electrónicos no deseados, etc.
- El Hub de contactos es más que una simple libreta de direcciones, ya que permite iniciar conversaciones de manera sencilla por teléfono, mensajes de texto, correo electrónico o incluso Skype, con solo realizar una doble pulsación. Además muestra las últimas publicaciones, tweets y fotos de los contactos e incluye salas que permiten compartir de forma privada calendarios, notas, fotos y chats en grupo con los contactos que se inviten.
- El Hub de fotos permite desplazarse por las fotos realizadas mediante el teléfono, navegar por los álbumes en línea u ojear las fotos más recientes de los amigos del usuario.
- La aplicación de la cámara permite realizar retoques rápidos y compartir las fotos mediante mensajes de texto, correo electrónico, redes sociales o NFC. Además, permite realizar copias de seguridad automáticamente de todas las fotos almacenándolas en la nube.
- El Hub de música y vídeos reproduce y administra los archivos multimedia además de ser el punto de inicio de Xbox Music, donde se encuentran millones de canciones las cuales se pueden transmitir en secuencias desde la nube o descargar al dispositivo.
- El Hub de Office te permite buscar, abrir, modificar e incluso crear documentos. También permite compartirlos y editarlos con otras personas gracias a la nube.

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

- La tienda de Windows Phone cuenta con más de 100.000 aplicaciones certificadas por Microsoft para proteger el dispositivo de malware y virus.
- Incluye la opción de ver varias cuentas en una bandeja de entrada vinculada, junto con vistas separadas para los mensajes sin leer o marcados.
- Los mensajes SMS y el chat están integrados, lo que posibilita alternar entre ellos en la misma conversación.
- Incluye un servicio que puede hacer sonar, bloquear, borrar o mostrar el dispositivo móvil en un mapa desde cualquier ordenador conectado a Internet facilitando de esta manera la recuperación del mismo o impedir que alguien lo use sin permiso.
- Gracias a la tecnología NFC se pueden compartir fotos, sitios Webs, contactos y mucho más acercando el teléfono a otro dispositivo compatible con esta tecnología.
- Incorpora Internet Explorer 10 que permite buscar en una página, emplear pestañas, añadir favoritos, protegerse ante sitios Web dudosos, etc.
- La aplicación cartera permite almacenar digitalmente tarjetas de crédito, de débito, de fidelización, de miembros, cupones, etc. También permite realizar un seguimiento de los saldos y transacciones de las tarjetas y configurarlas para adquirir aplicaciones y juegos.
- El teclado predice la siguiente palabra a escribir gracias Word Flow permitiendo de esta manera escribir más rápidamente.
- Permite descargar e instalar actualizaciones directamente en el teléfono mediante una conexión Wi-Fi o de datos móviles.
- Permite conectar las cuentas de Microsoft y Facebook a Bing obteniendo de esta manera multitud de sugerencias personalizadas como restaurantes cercanos a tu posición, ofertas, eventos, música, vídeos, etc.

### 2.1.3.3 Arquitectura

La arquitectura [30] [31] de la plataforma de desarrollo de Windows Phone se divide en cuatro componentes principales:

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO



Figura 16: Componentes Arquitectura Windows Phone

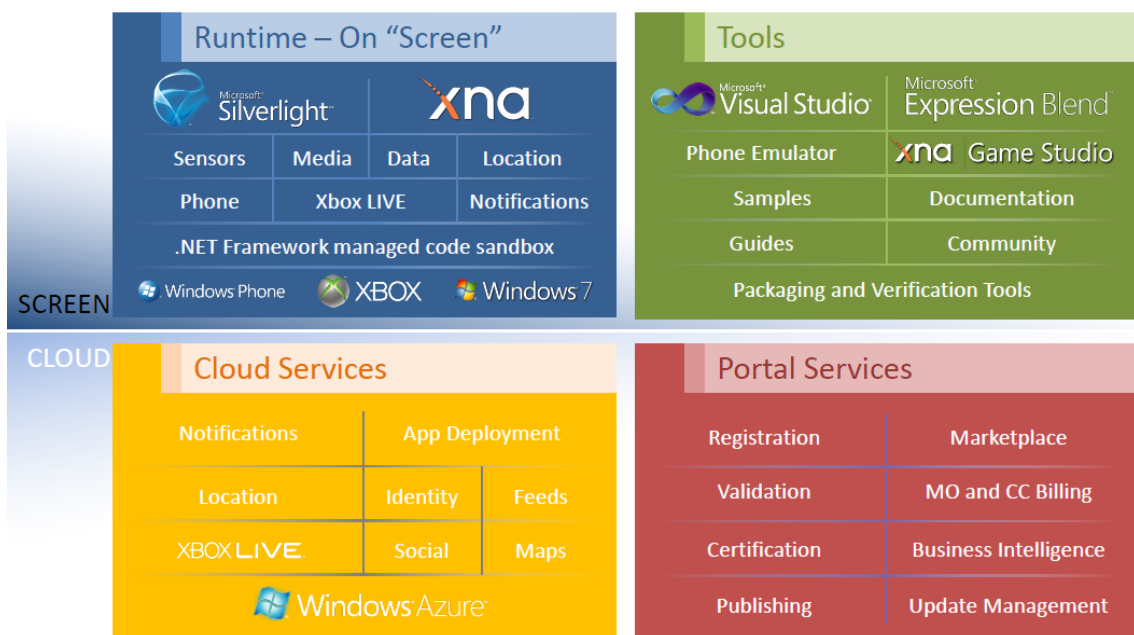


Figura 17: Arquitectura Windows Phone Detallada

A continuación se describen cada una de las capas:

- **Entorno de ejecución**

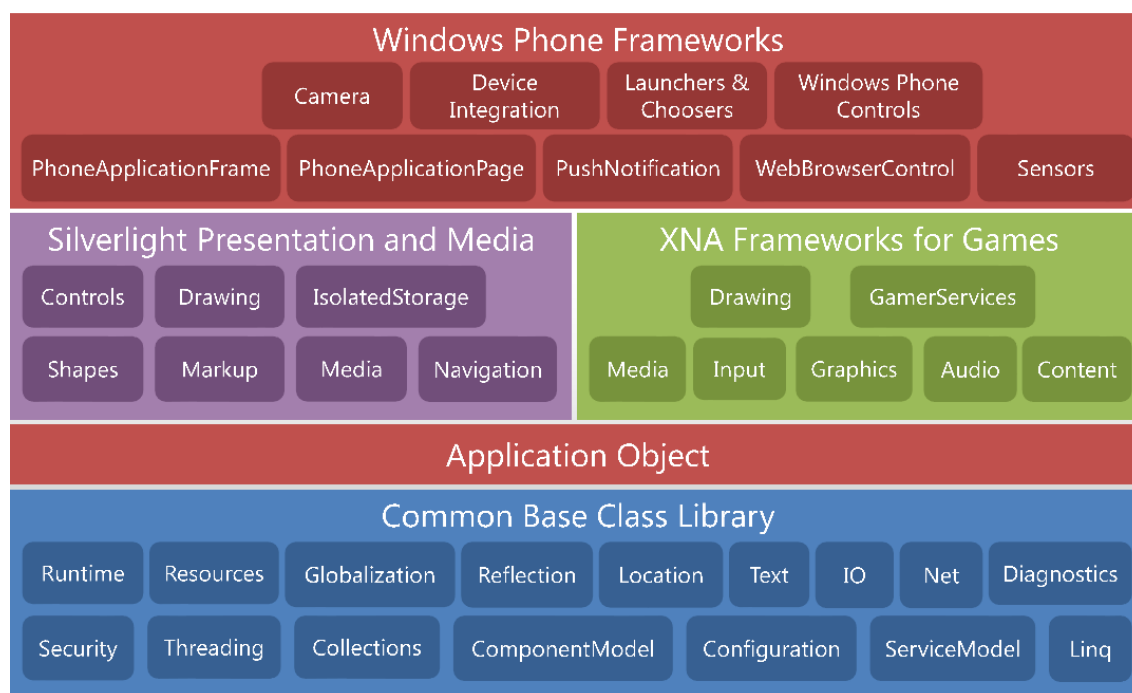
Tanto Silverlight como XNA, se integran con las funcionalidades provistas por Windows Phone para el desarrollo de aplicaciones ricas y robustas. Este entorno provee de la integración de los sensores, contenidos multimedia, localización, etc.

Tanto con XNA como con Silverlight, el desarrollo se realiza desde código manejado. Para poseer una ejecución segura, el modo de ejecución para las dos

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

plataformas se realiza dentro del Sandbox\* de aplicaciones de Windows Phone. Las aplicaciones desarrolladas mediante XNA o Silverlight, pueden ser portadas a distintos entornos con pocos ajustes (tamaño de ventana, sensores empleados en el dispositivo, etc.).

Los dos marcos de desarrollo junto con los componentes específicos de Windows Phone y el Common Base Class Library otorgan a los desarrolladores un importante número de componentes para construir soluciones.



*Figura 18: Frameworks Windows Phone*

XNA está compuesto por software, servicios y recursos dirigidos al desarrollo de videojuegos para ser desplegados en plataformas de Microsoft como pueden ser Windows Phone, Zune HD, Windows 7 y Xbox 360.

Silverlight está orientado al desarrollo de aplicaciones enriquecidas basándose en el uso de interfaces Web. Silverlight expone su interfaz a través de páginas y cada una de estas páginas aumenta la funcionalidad de la aplicación. Los controles de Windows Phone están preparados para integrarse con el estilo y los temas del dispositivo.

- **Herramientas**

Visual Studio y Expression Blend son dos entornos preparados para optimizar los tiempos de desarrollo de aplicaciones. Facilitan la depuración y la implementación de las aplicaciones. Además, pueden ser empleados para diseñar interfaces basadas en XAML\*. Visual Studio se puede emplear para implementar la lógica y utilizar los controles base de Silverlight.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

- **Servicios en la nube**

La plataforma de aplicaciones provee numerosas características para construir aplicaciones integradas en la red. Los servicios en la nube siempre están activos, son más escalables y contienen una gran cantidad de funcionalidad. Los servicios están contruidos sobre Azure u otros servicios Web de terceros y se pueden emplear para almacenar datos, ejecutar cálculos o compartir información.

- Notificaciones: Para obtener canales de comunicación eficientes y dinámicos entre Windows Phone y la nube, la plataforma de desarrollo provee una API para acceder a la nube y que las aplicaciones sean alertadas cuando se produzcan cambios relevantes y así no tener que estar consultando a la red de manera continua.
- Servicios de localización en la nube: Estos servicios trabajan junto con la API de localización del teléfono haciendo transparente al desarrollador su interacción. El servicio de localización de Windows Phone emplea las conexiones de red telefónica, Wi-Fi y GPS para proporcionar una única fuente de datos respecto a la localización. El GPS Asistido (A-GPS) está disponible para mejorar el uso del GPS.
- Identificación, Feed, redes sociales, mapas: La nube posee una gran cantidad de servicios que ayudan a los usuarios a identificarse, interactuar en redes sociales y comunidades, utilizar mapas para la navegación y recibir noticias. Permiten a los usuarios enriquecer sus aplicaciones dando acceso a dichos servicios.
- Azure: Consiste en una plataforma de computación y servicios en la nube de alta escalabilidad alojada en los centros de datos de Microsoft. Esta plataforma posee un rango muy variado de funcionalidades para construir aplicaciones. Está compuesta por diferentes componentes: el sistema operativo Windows Azure que permite gestionar las aplicaciones Web, sistemas de almacenamiento y servicios, SQL Azure, que permite poseer almacenamiento relacional en la nube y APPFabric que ofrece servicios añadidos para las aplicaciones de la nube. Esta plataforma es totalmente interoperable gracias al soporte de estándares y protocolos Web como REST y SOAP, de manera que se pueden utilizar los servicios de Azure de manera individual o conjunta.

- **Marketplace**

Marketplace [32] [33] representa una ventana al mundo para que los desarrolladores den a conocer sus aplicaciones. Se encarga de prestar servicios de certificación de aplicaciones y registro.

Una vez que el desarrollador haya finalizado la aplicación, se debe enviar a través del Marketplace. Para poder publicar la aplicación se debe crear un archivo .xap que consiste en un archivo comprimido con toda la información necesaria para la ejecución de la aplicación. Una vez creado el .xap, se envía a través del portal del desarrollador para pasar la certificación. Este es el único medio para poner la aplicación a disposición de los usuarios. Una vez finalizado el proceso de certificación, el desarrollador recibe la notificación de que ya se puede publicar la aplicación. Una vez publicada, el

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

desarrollador puede emplear el portal para enviar actualizaciones, versiones y revisar las valoraciones de los usuarios sobre su aplicación.

Los usuarios pueden adquirir las aplicaciones desde el cliente de Marketplace de los dispositivos o a través de la Web de Marketplace para Windows Phone.

### 2.1.3.4 Ventajas

Las principales ventajas de Windows Phone se enumeran a continuación:

- Sistema Operativo sólido.
- Permite desarrollar aplicaciones multiplataforma.
- Sencillez en el desarrollo de aplicaciones.

### 2.1.3.5 Desventajas

A continuación se enumeran las principales desventajas de Windows Phone:

- Salida tardía con respecto a iPhone y Android.
- Futuro incierto.
- No soporta Adobe Flash.
- Solución propietaria y cerrada.
- Los teléfonos requieren altas especificaciones para poder con el sistema.
- La multitarea para aplicaciones de terceros solo está disponible para la versión de Windows Phone 8.

### 2.1.4 Comparativa de plataformas

A continuación se muestra una tabla comparativa para que se puedan apreciar las similitudes y diferencias que poseen los tres sistemas:

	Windows Phone	iPhone OS	Android
Kernel	Windows CE	iPhone OS X	Linux Kernel
Multitarea	Si*	Si**	Si
Soporta Flash	No	No	Si
Soporta HTML5	Si	Si	Si
Buzón unificado	Si	Si	Si
Soporta Exchange	Si	Si	Si
Voicemail Visual	Si	Si	Si
Tethering	Si	Si	Si
Videollamadas	Si	Si	Si
Almacenamiento removible	Si	No	Si
Integración con Facebook	Si	Si	Si

## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

	Windows Phone	iPhone OS	Android
Integración con Twitter	Si	Si	Si
Soporte de Carpetas	Hubs	Si	Si
Market de Aplicaciones	Más de 100.000 aplicaciones	Más de 700.000 aplicaciones	Más de 700.000 aplicaciones
Soporte Microsoft Office	Integrado	Aplicaciones de Terceros	Aplicaciones de Terceros
Widgets	Si	Si	Si
Sincronización multimedia	Si, Zune	Si, iTunes	Transferencia directa de archivos y Aplicaciones de terceros
Integración con X-Box Live	Si	Con Aplicaciones de Terceros	Con Aplicaciones de Terceros
Multitáctil	Si	Si	Si
Teclado	Soporta Teclado virtual en pantalla y teclado físico	Sólo Teclado virtual en pantalla	Soporta Teclado virtual en pantalla y teclado físico
Mapas con navegación GPS gratis	Si	Si	Si
Juegos	Si	Si	Si
Redes sociales para jugadores	Si	Si	Si
Libros	Si	Si	Si
Sincronización inalámbrica con el PC/Mac	Si	Si	Si
Suite Office	Office 2010 Mobile	iWork, QuickOffice	Google Docs, QuickOffice
Pantalla de inicio personalizable	Si	Si	Si
Actualización del sistema operativo	Si	Si	Si
Actualización OTA (Over-the-Air)	Si	Si	Si
Servicio en la nube	Si	Si	Si
Herramienta de desarrollo	Windows Phone SDK / Windows	iPhone OS SDK / Mac	Android SDK / Windows, Mac y Linux
Accesibilidad	Si (limitada)	Si	Si
Base de datos integrada	Si	Si	Si

Tabla 2: Comparación sistemas

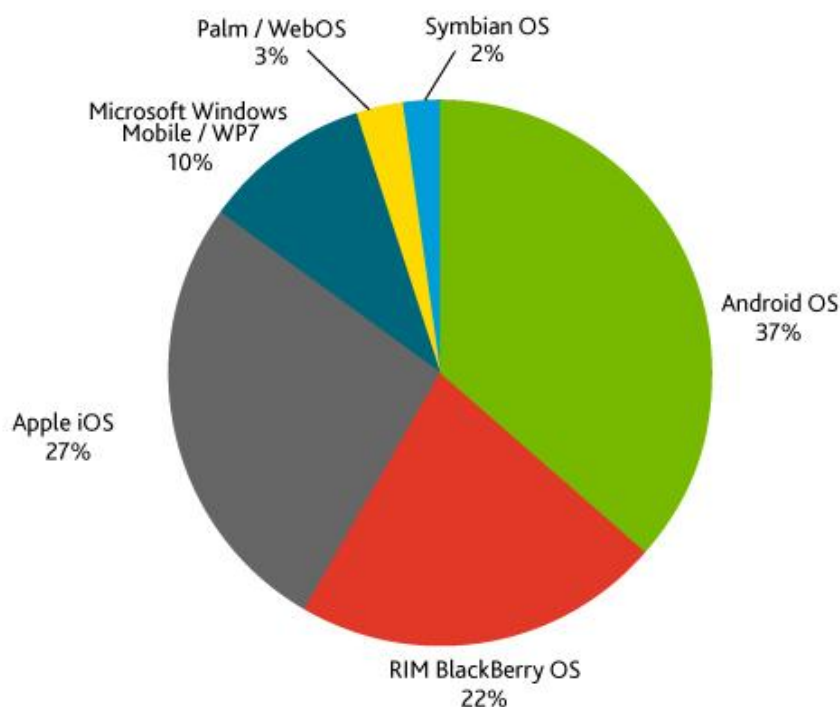
\* -> A partir de la versión 4.0.

\*\* -> A partir de la versión 8.0.

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

Tras el estudio realizado sobre las tres principales plataformas de dispositivos móviles, finalmente se ha seleccionado Android como sistema de desarrollo debido a los siguientes motivos:

- Ha sido diseñado basándose en Linux, por lo que se trata de software libre y por lo tanto no se requiere ninguna licencia para poder desarrollar en él. Además, el equipo de Google Android, ofrece una gran cantidad de recursos como guías, tutoriales, entorno de desarrollo, etc. que suponen una gran ayuda para desarrollar aplicaciones y manejar las APIs.
- Android está experimentando una gran evolución. En abril de 2011 alcanzó en Estados Unidos una cuota de mercado del 37% superando a Apple iOS en un 10% y a Windows Phone en más de un 20% [34].



*Figura 19: Cuota mercado*

- También ha experimentado un gran crecimiento con respecto al número de aplicaciones [35]. Tras superar el límite de las 130.000 aplicaciones, Android Market cerró el ejercicio 2010 multiplicando por seis su catálogo de aplicaciones en tan solo un año. Windows Phone posee un número de aplicaciones bastante inferior. Además cabe destacar que el crecimiento de aplicaciones aumenta mucho más rápido en Android que en cualquiera de sus competidores, ya que para finales del año 2012, Android logró alcanzar a iOS en este punto superando las 700.000 aplicaciones.



## 2.1 PLATAFORMAS MÓVILES MÁS RELEVANTES EXISTENTES EN EL MERCADO

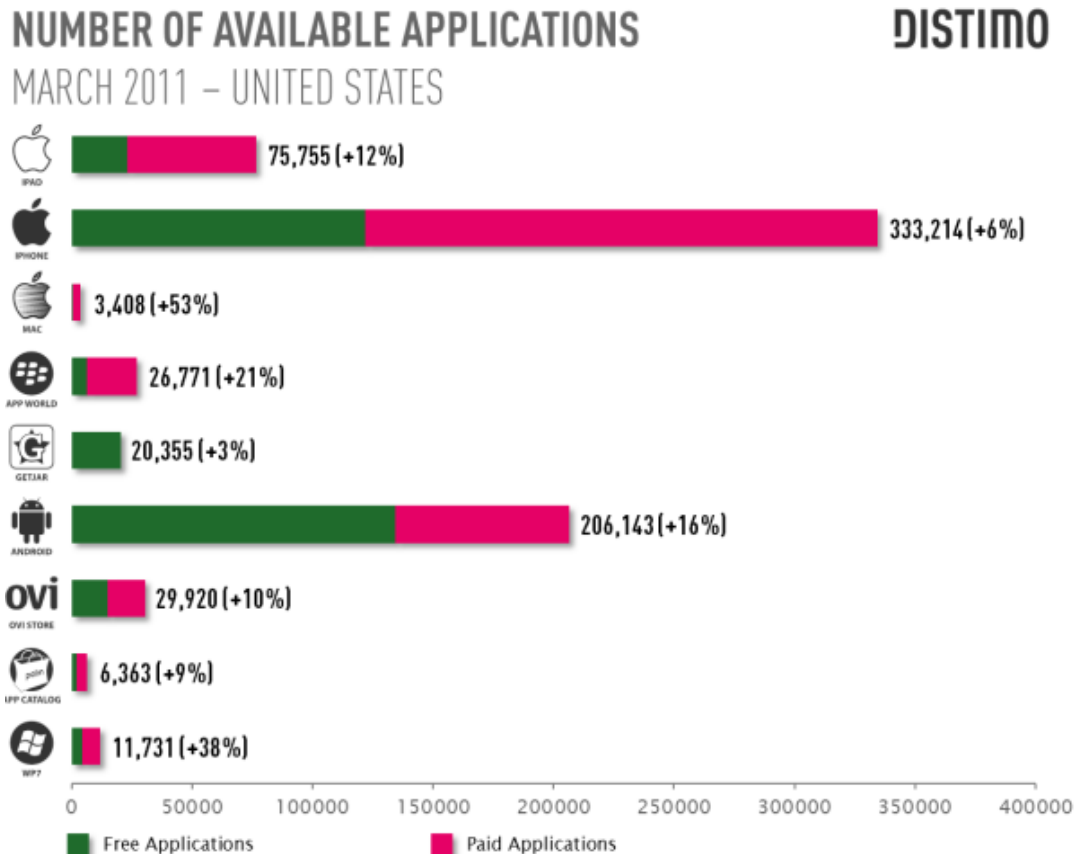
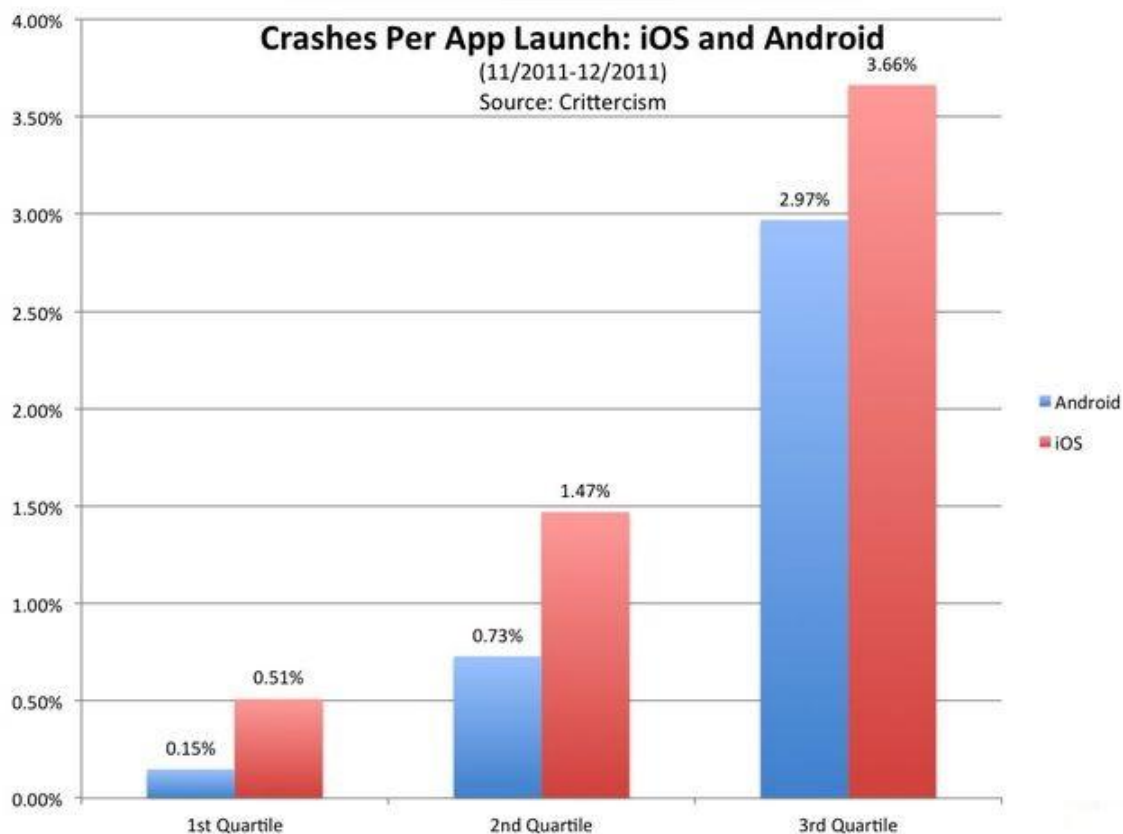


Figura 20: Número de Aplicaciones (Marzo 2011)

- Android se emplea en multitud de teléfonos móviles diferentes, Netbooks y tabletas.
- El proceso de aprobación de aplicaciones por parte de Android Market para poder publicarlas es mucho menos estricto que el de la App Store por lo que la aplicación a implementar es más probable que pueda ser publicada para dispositivos Android que para iOS.
- Según un artículo de la revista Forbes[36], que ha realizado un estudio con los datos registrados por Crittercism[37], las aplicaciones para iOS se bloquean aproximadamente el triple de veces que las aplicaciones de Android. Cabe destacar que la versión iOS 5.0.1 ha registrado el 28,64% de todos los bloqueos entre todas las versiones de iOS y Android.



*Figura 21 : Bloqueo aplicaciones*

Estos motivos han sido los principales por los cuales se ha decidido desarrollar la aplicación en la plataforma Android en lugar de iOS o Windows Phone.

## 2.2 Entornos de desarrollo para aplicaciones móviles

### 2.2.1 Entornos de desarrollo Android

Android, al contrario que otros sistemas operativos para dispositivos móviles (Windows Phone e iOS), se desarrolla de forma abierta y se puede acceder al código fuente del mismo.

El entorno habitual de desarrollo de aplicaciones Android es Eclipse, aunque también existe un entorno de desarrollo de aplicaciones Android para NetBeans (requiere instalar varios complementos para obtener toda la funcionalidad necesaria para trabajar con Android, lo que lo hace más complejo).

## 2.2 ENTORNOS DE DESARROLLO PARA APLICACIONES MÓVILES

Como ya se ha especificado, Android es una plataforma de software libre, por lo que posee un SDK\* [38] disponible para todo desarrollador que lo desee que incluye, entre otros elementos, el conjunto completo de las APIs que este sistema soporta.

En el Anexo 7.1: Instalación entorno desarrollo Android, se especifican los pasos para montar dicho entorno.

### 2.2.2 Entornos de desarrollo iOS

Para poder desarrollar aplicaciones en iOS, es necesario un ordenador Macintosh y las herramientas de desarrollo de Software Xcode. Xcode es el entorno de desarrollo integrado de Apple que proporciona todas las herramientas necesarias para crear y gestionar proyectos iOS y código fuente. Permite generar el código ejecutable, ejecutarlo y depurarlo tanto en el simulador de iOS como en un dispositivo directamente.

El entorno Xcode es gratuito, sin embargo, las aplicaciones que se desarrollen solo se pueden publicar en el App Store después de pagar una cuota y una aprobación por parte de Apple. Además, Apple se llevará el 30% de los beneficios que produzca la aplicación.

Para montar el entorno, se debe acceder a la página oficial de desarrollo de Apple [39] y registrarse previamente como desarrollador para poder tener acceso a la descarga de la versión correspondiente de las herramientas de desarrollo. Una vez realizada la descarga, únicamente es necesario ejecutar el instalador.

### 2.2.3 Entorno de desarrollo Windows Phone

Microsoft permite a los desarrolladores descargar e instalar todo lo necesario para trabajar con Windows Phone mediante un único instalador [40].

Si el Ordenador no tiene Visual Studio 2010 instalado, se instalará Visual Studio 2010 Express para Windows Phone. Si por el contrario, ya posee Visual Studio 2010 instalado, se agregará un complemento a Visual Studio.

Para el desarrollo de aplicaciones, Microsoft pone a disposición del desarrollador:

- Visual Studio 2010
- Expression Blend
- Emulador Windows Phone
- XNA Game Studio
- Ejemplos, documentación y tutoriales.

En el Anexo 7.2: Instalación entorno desarrollo Windows Phone, se especifican los pasos para montar dicho entorno.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 2.3 Librerías para crear gráficos

Tras una larga investigación se ha llegado a la conclusión de que no existen librerías nativas de Android para construir gráficos estadísticas, por lo que a continuación se muestran las principales librerías desarrolladas por terceros que permiten realizar dicha funcionalidad con sus principales características.

### 2.3.1 Achartengine

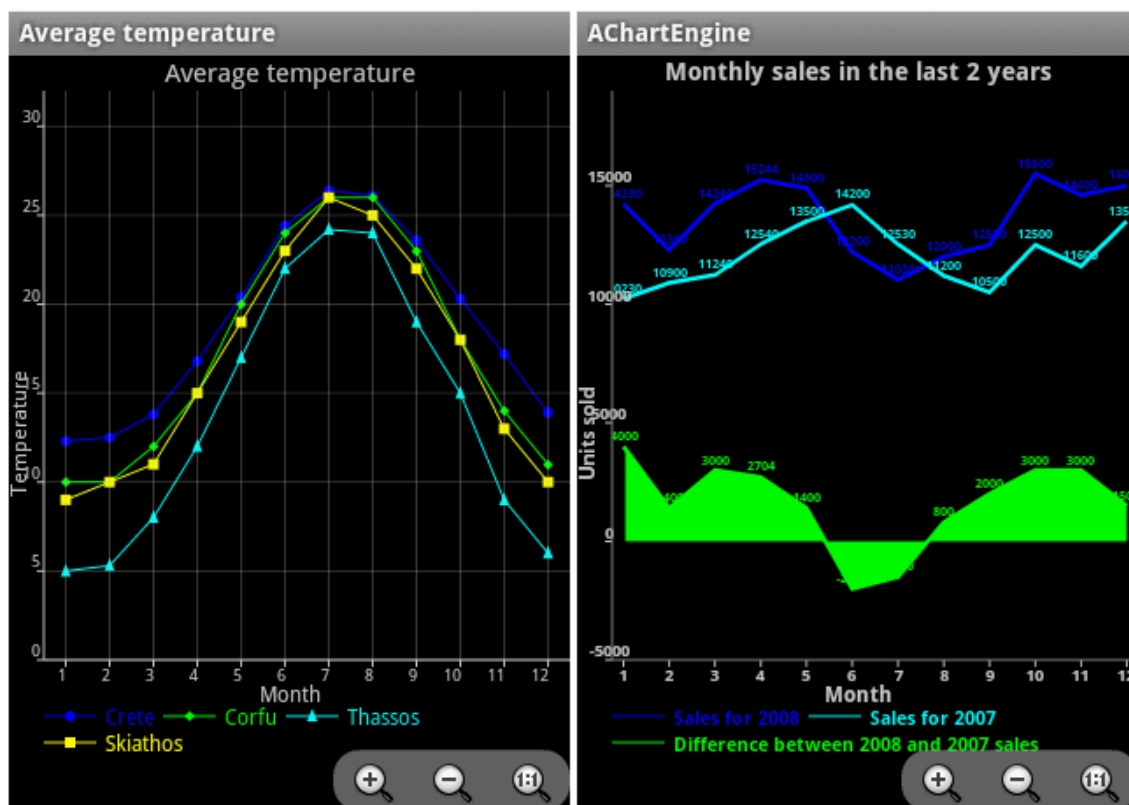


Figura 22: Achartengine

La librería achartengine[41] presenta las siguientes características:

- **Tamaño:** Posee un tamaño de 84.361 bytes.
- **Documentación:** Incluye documentación javadoc [42] con información de todas las clases. Además incluye código fuente de una pequeña aplicación de ejemplo [43].
- **Referencias:** Las siguientes aplicaciones hacen uso de esta librería: Boinc Echo [44], aBioharness [45], Bikeroute [46], Path Tracking[47], Ultimate Weight Watcher Diary [48], Drop and Give Me Twenty! DGMT! [49] y Analytix for Google Analytics [50].
- **Tipos de gráficos:** Esta librería permite crear gráficos de líneas, de barras, de dispersión, de área, circulares y de burbuja.

- **Soporte:** Los autores de esta librería pueden ser contactados a través de la siguiente dirección de correo electrónico: [contact@achartengine.org](mailto:contact@achartengine.org)
- **Tecnología:** Esta librería está desarrollada en Java.
- **Última versión:** La versión actual es la 1.0.0 y fue publicada el 30 de marzo de 2012. Esta versión es compatible con todas las versiones de Android a partir de la 1.5.
- **Comunidad de desarrolladores:** Posee un grupo de discusión [51] muy activo.

### 2.3.2 Androidplot

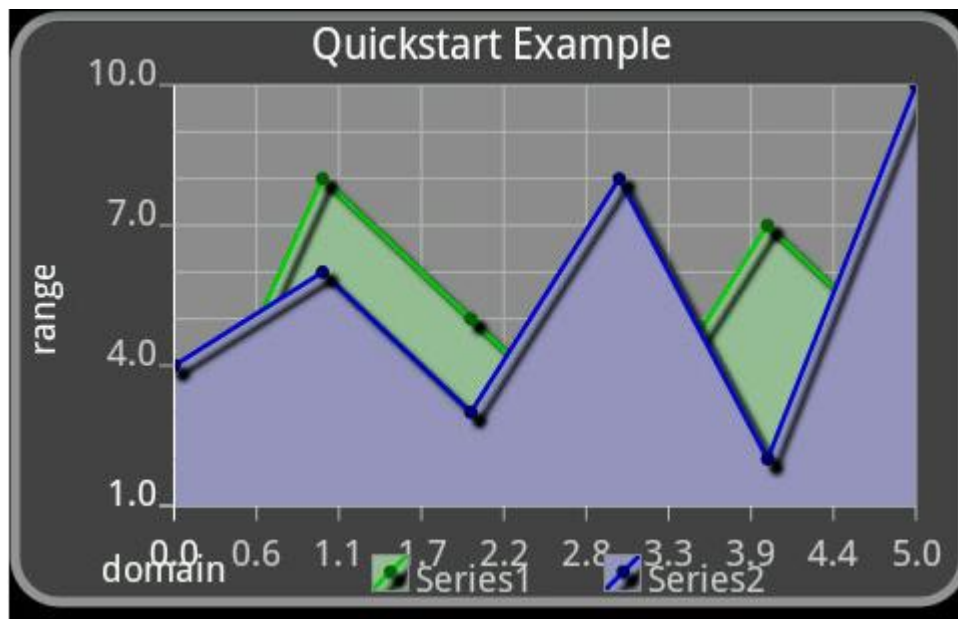


Figura 23: Androidplot

A continuación se detallan las principales características de la librería androidplot[52]:

- **Tamaño:** Posee un tamaño de 109.477 bytes.
- **Documentación:** Incluye documentación javadoc [53] con información de todas las clases. Además incluye ejemplos de creación de gráficas [54].
- **Referencias:** Las siguientes aplicaciones hacen uso de esta librería: Skoltialert [55], SmartTracker [56], WISDM SensorCollector [57], Car Maintance Reminder Pro [58], One Hundred Eighty [59] y Cash Flow Droid [60].
- **Tipos de gráficas:** Esta librería permite crear gráficas de líneas, de barras, de dispersión y de área. Además, permite realizar modelo dinámico.
- **Soporte:** Los autores de esta librería pueden ser contactados a través de la siguiente dirección de correo electrónico: [general@androidplot.com](mailto:general@androidplot.com)
- **Tecnología:** Esta librería está desarrollada en Java.
- **Última versión:** La versión actual publicada en Enero de 2013 es la 0.5.1 y actualmente se está desarrollando la 0.5.2. Esta versión es compatible con todas las versiones de Android desde la 1.6 (Donut) hasta la 4.X.X (Jelly Bean).
- **Comunidad de desarrolladores:** Posee un grupo de discusión [61] muy activo.

### 2.3.3 Chartdroid

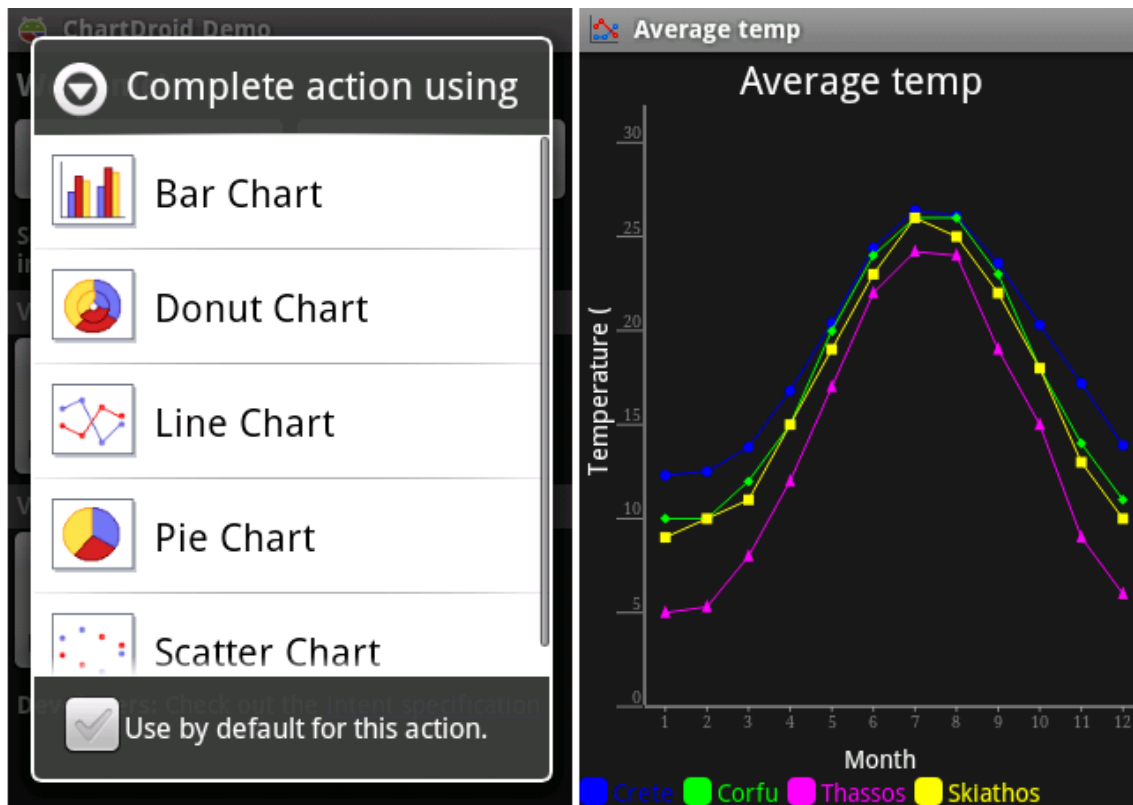


Figura 24: Chartdroid

Las principales características de la librería chartdroid[62] son:

- **Tamaño:** Posee un tamaño de 36.330 bytes.
- **Documentación:** Incluye una breve documentación sobre las especificaciones de la interfaz [63] y las características de las gráficas [64].
- **Referencias:** Las siguientes aplicaciones hacen uso de esta librería: Kanji Tutor [65], BettrFlickr [66], Tie Your Money [67] y Evolve [68].
- **Tipos de gráficas:** Esta librería permite crear gráficas de líneas, de barras, de dispersión y circulares.
- **Soporte:** El autor de esta librería puede ser contactado a través de la siguiente dirección de correo electrónico: [kostmo@gmail.com](mailto:kostmo@gmail.com)
- **Tecnología:** No es una librería sino una pequeña herramienta-aplicación desarrollada en Java.
- **Última versión:** La versión actual es la 2.0 y fue publicada en Noviembre de 2010. Esta versión es compatible con la versión 2.2 (Froyo) de Android.
- **Comunidad de desarrolladores:** Posee un grupo de discusión [69] activo sin embargo, no existe mucha participación.

### 2.3.4 Afreechart

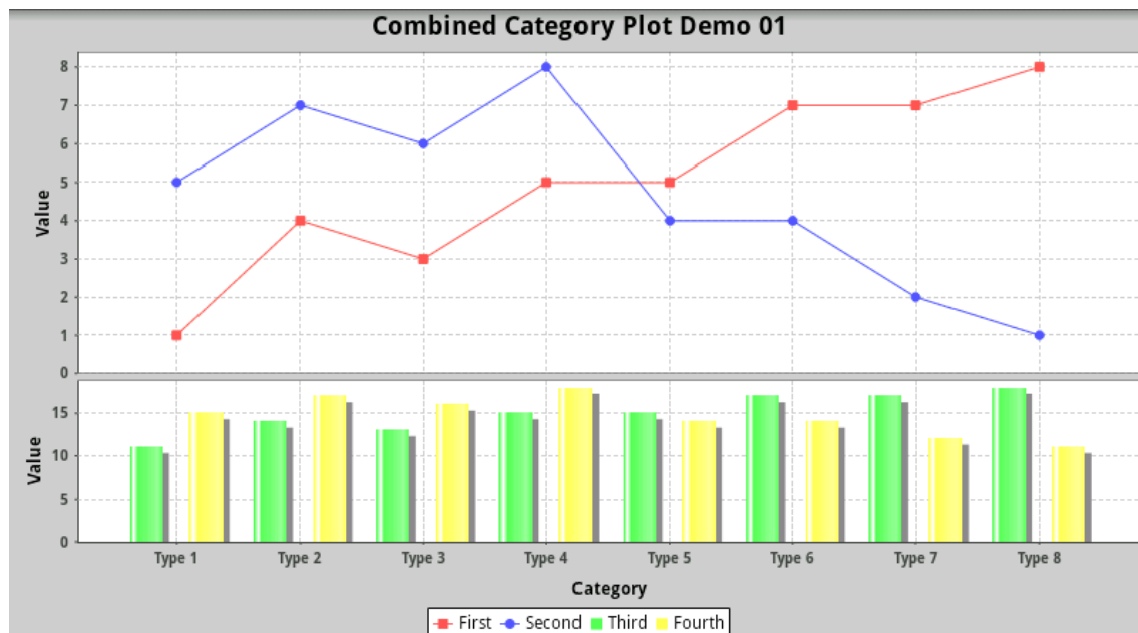


Figura 25: Afreechart

A continuación se muestran las características más relevantes de la librería afreechart[70]:

- **Tamaño:** Posee un tamaño de 849.371 bytes.
- **Documentación:** Incluye documentación javadoc [71] con información de todas las clases. Además incluye código fuente de una pequeña aplicación de ejemplo [72].
- **Referencias:** No se tiene conocimiento de aplicaciones que empleen esta librería.
- **Tipos de gráficos:** Esta librería permite crear gráficos de líneas, de barras, de dispersión, de área y circulares. Sin embargo, no está confirmado por los desarrolladores el correcto funcionamiento de todas sus funciones.
- **Soporte:** Los autores de esta librería pueden ser contactados en japonés a través de la siguiente dirección de correo electrónico: [icomstech.oss@gmail.com](mailto:icomstech.oss@gmail.com)
- **Tecnología:** Esta librería está desarrollada en Java y se basa en JFreeChart 1.0.13 [73].
- **Última versión:** La versión actual es la 0.0.4 y fue publicada en abril de 2012. Esta versión es compatible con todas las versiones de Android a partir de la 2.1.
- **Comunidad de desarrolladores:** Posee una página donde los usuarios pueden dejar comentarios [74] donde el más reciente data del 10/12/2012, sin embargo, la actividad es muy escasa.

### 2.3.5 Charts4j

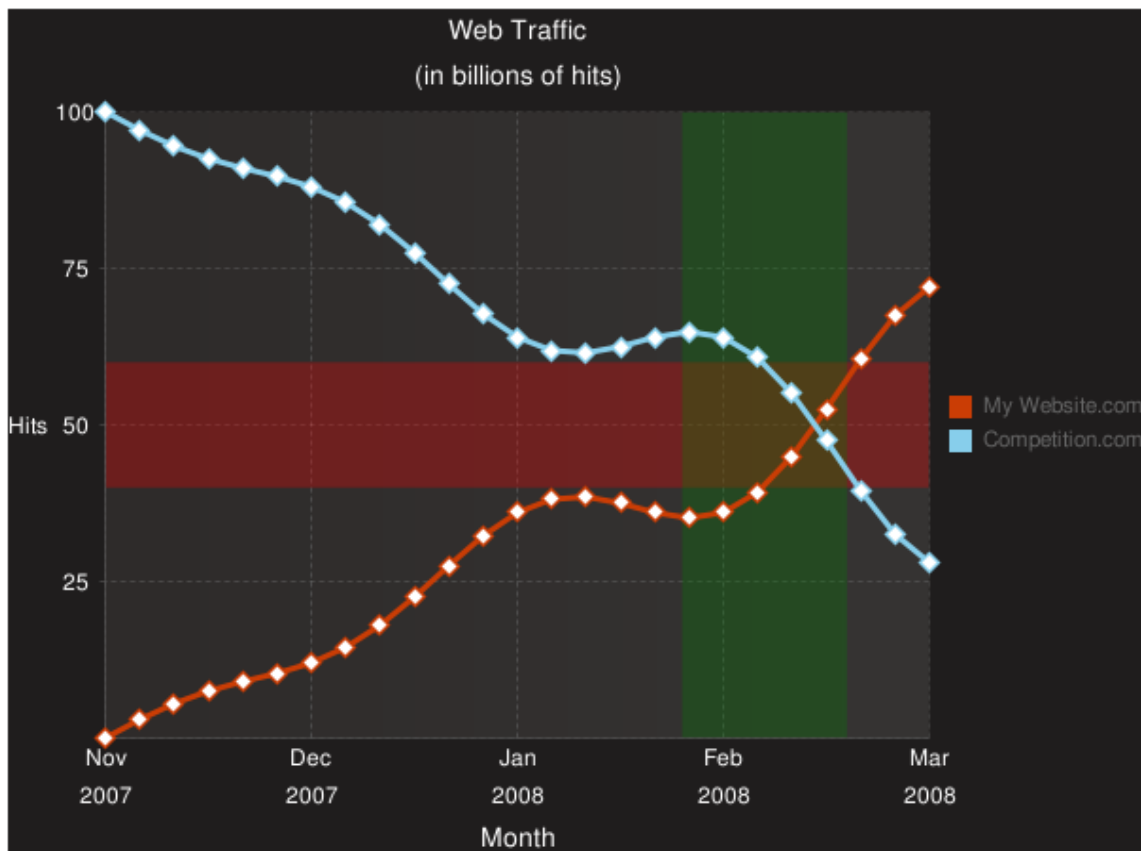


Figura 26: Charts4j

Las características más significativas de la librería charts4j[75] son:

- **Tamaño:** Posee un tamaño de 183.660 bytes.
- **Documentación:** Incluye documentación javadoc [76] con información de todas las clases. Además incluye código fuente de una pequeña aplicación de ejemplo [77].
- **Referencias:** No se tiene conocimiento de aplicaciones que empleen esta librería.
- **Tipos de gráficas:** Esta librería permite crear gráficas de líneas, de barras, de dispersión, de área, de radar, circulares, de mapas y de Venn.
- **Soporte:** El autor de esta librería puede ser contactado a través de la siguiente dirección de correo electrónico: [julien.c.chastang@gmail.com](mailto:julien.c.chastang@gmail.com)
- **Tecnología:** Esta librería está desarrollada en Java y requiere de una conexión activa a Internet para funcionar.
- **Última versión:** La versión actual es la 1.3 y fue publicada el 17 de enero de 2011.
- **Comunidad de desarrolladores:** No posee ningún grupo de discusión.



## 2.3 LIBRERÍAS PARA CREAR GRÁFICOS

Finalmente se ha decidido emplear la librería androidplot por los siguientes motivos:

- Los gráficos se adaptan a cualquier tipo y tamaño de pantalla [52].
- Es totalmente compatible con todas las versiones de Android desde la 1.6 (Donut) hasta la 4.2.X (Jelly Bean) [78].
- Se conocen múltiples aplicaciones que hacen uso de esta librería.
- La versión actual publicada es de Enero del 2013, es la más actual de todas las que se han investigado y ya se está trabajando en la versión siguiente.
- El grupo de discusión posee una alta actividad y los desarrolladores de la librería participan activamente en el.
- Soporta modelo dinámico.
- Aunque actualmente solo soporta gráficos de líneas, de barras, de dispersión y de área, las futuras versiones incluirán también gráficos circulares y de velas.

## CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE SOBRE EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

# Capítulo 3

## Descripción de la aplicación desarrollada

### 3.1 Introducción

En este capítulo se muestra de forma detallada el desarrollo de la aplicación llevado a cabo en este proyecto.

Mediante este desarrollo se busca ilustrar de una forma más práctica las características principales que ofrece Android y pretende además servir como ejemplo para la creación de otras aplicaciones.

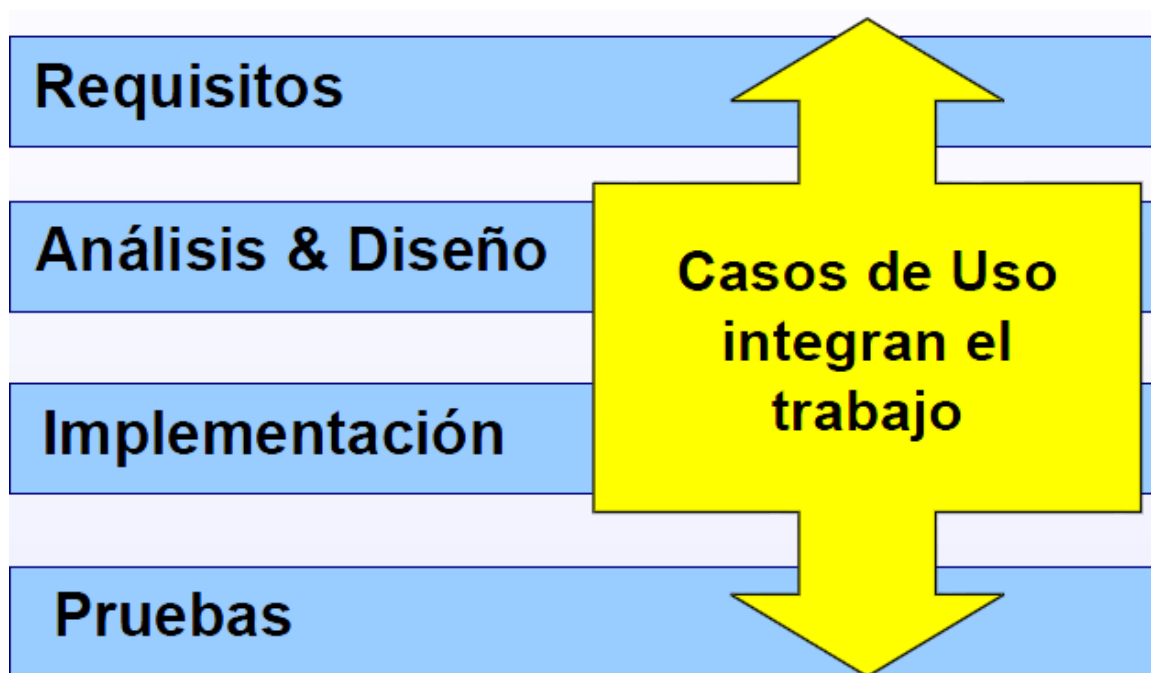
El objetivo de esta aplicación es mostrar en dispositivos Android información obtenida de la plataforma “Promise Livelearning” [79], la cual es utilizada por el Grupo Software Engineering Lab de la Universidad Carlos III de Madrid para la formación online de ingenieros de software, que permita a los profesores y mentores de cada curso online obtener estadísticas sobre la actividad de sus alumnos. Debido a que la plataforma “Promise Livelearning” está basada en Chamilo [80], una potente herramienta de código abierto para la creación de portales de e-learning, la herramienta desarrollada en este proyecto, es extensible para poderse utilizar en cualquier plataforma o portal basado en Chamilo.

## 3.2 Método de desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se ha empleado Craig Larman [81] como método de desarrollo, ya que permite desarrollar un sistema software partiendo de un prototipo funcional inicial cuyas funcionalidades se van ampliando hasta finalizar con el desarrollo completo de dicho sistema.

Las principales características de este método orientado a objetos son:

- Evolutivo
- Incremental
- Dirigido por Casos de Uso



*Figura 27: Proceso dirigido por los casos de uso*

El proceso de desarrollo definido por Craig Larman está compuesto por tres grandes etapas:

- **Planificación y Especificación de Requisitos:** Planificación, definición de requisitos, construcción de prototipos, etc.
- **Construcción:** La construcción del sistema propiamente dicha.
- **Instalación:** Puesta en marcha del sistema en el entorno previsto de uso

En los puntos posteriores se detalla cada una de las etapas del método Craig Larman orientados a la aplicación desarrollada.

## 3.3 Definición de Requisitos

En este apartado se presenta un catálogo de requisitos que describe las funcionalidades de la aplicación.

Para que los requisitos sean recogidos de la manera más clara posible y mantener una estructura de los mismos se utilizará la siguiente plantilla:

Código Requisito			
Nombre:			
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:			

Tabla 3: Plantilla de requisitos

A continuación se especificará el contenido y significado de los campos pertenecientes a la anterior plantilla.

- **Código Requisito:** Cada requisito incluirá una identificación para facilitar su traza en tareas subsiguientes. Dicho código seguirá el estándar RC-XX para los requisitos de capacidad y RR-XX para los requisitos de restricción, donde XX corresponde a un número ordinal.
- **Nombre:** Expresa en pocas palabras el significado del requisito.
- **Prioridad:** Indica la prioridad de desarrollo de un determinado requisito. Este campo puede tomar los valores “Alta”, “Media” y “Baja”.
- **Estabilidad:** Indica la posibilidad de que el requisito cambie a lo largo del desarrollo de la aplicación.
- **Necesidad:** Indica el nivel de necesidad del requisito en el sistema. Este campo puede tomar los valores “Esencial”, “Deseable” u “Opcional”.
- **Claridad:** Indica la facilidad de comprensión del significado de un determinado requisito. Este campo puede tomar los valores “Alta”, “Media” o “Baja”.
- **Verificabilidad:** Indica la capacidad de verificación por parte del cliente de que se cumple un determinado requisito en el sistema final. Este campo puede tomar los valores “Alta”, “Media” o “Baja”.
- **Descripción:** Breve especificación de un determinado requisito mediante el uso de texto explicativo.

### 3.3.1 Requisitos de capacidad

Los requisitos de capacidad definen las funciones y operaciones requeridas por los usuarios para resolver un problema o alcanzar un objetivo. Por lo tanto, describen las operaciones que la aplicación debe ser capaz de realizar.

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

A continuación se muestran los requisitos de capacidad obtenidos para la aplicación desarrollada.

RC-01			
Nombre:	Iniciar aplicación		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El usuario inicia la aplicación pulsando el icono de la misma situado en el menú de aplicaciones del dispositivo.		

*Tabla 4: Requisito RC-01*

RC-02			
Nombre:	Comprobar conexión a Internet		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación debe comprobar de forma automática si posee o no conexión a la red de Internet.		

*Tabla 5: Requisito RC-02*

RC-03			
Nombre:	Validar usuario		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	Introducción por parte del usuario de su nombre y contraseña personal, para que la aplicación lo valide y le permita acceder a la misma.		

*Tabla 6: Requisito RC-03*

### 3.3 DEFINICIÓN DE REQUISITOS

RC-04			
Nombre:	Comprobar existencia fichero		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación debe comprobar de forma automática si posee o no en memoria un fichero de datos.		

Tabla 7: Requisito RC-04

RC-05			
Nombre:	Mostrar mensaje de error		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	<p>La aplicación debe mostrar un mensaje de error cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La conexión a Internet no está disponible.</li> <li>• No existe un fichero de datos en memoria.</li> <li>• Datos en validación incorrectos.</li> <li>• Datos en registro incorrectos.</li> <li>• Servicio en construcción.</li> <li>• Intentar mostrar una gráfica sin datos.</li> </ul>		

Tabla 8: Requisito RC-05

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

RC-06			
Nombre:	Descargar Fichero de datos		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación debe poder obtener a través de un servicio Web el último fichero de datos disponible.		

*Tabla 9: Requisito RC-06*

RC-07			
Nombre:	Comprobar versión Fichero de datos		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación debe comprobar si el fichero que ofrece el servicio Web es más actual que el almacenado en memoria.		

*Tabla 10: Requisito RC-07*

RC-08			
Nombre:	Seleccionar asignatura		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El sistema permitirá al usuario elegir la asignatura que desee de entre las opciones disponibles.		

*Tabla 11: Requisito RC-08*



### 3.3 DEFINICIÓN DE REQUISITOS

RC-09			
Nombre:	Seleccionar gráfica		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El sistema permitirá al usuario elegir la gráfica que desee ver de entre las opciones disponibles.		

Tabla 12: Requisito RC-09

RC-10			
Nombre:	Dibujar gráfica de calificación global del desempeño docente		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar los datos sobre la calificación global del desempeño docente en forma de gráfica de área.		

Tabla 13: Requisito RC-10

RC-11			
Nombre:	Dibujar gráfica de calificaciones de grupo		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar los datos sobre las calificaciones de grupo en forma de gráfica de barras.		

Tabla 14: Requisito RC-11

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

RC-12			
Nombre:	Dibujar gráfica de proporción de alumnos aprobados/suspensos		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar los datos sobre la proporción de alumnos aprobados/suspensos en forma de gráfica de barras.		

*Tabla 15: Requisito RC-12*

RC-13			
Nombre:	Dibujar gráfica de tiempo de desarrollo de la práctica		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar los datos sobre el tiempo de desarrollo de la práctica en forma de gráfica de líneas.		

*Tabla 16: Requisito RC-13*

RC-14			
Nombre:	Dibujar gráfica de calificaciones de la práctica		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar los datos sobre las calificaciones de la práctica en forma de gráfica de líneas.		

*Tabla 17: Requisito RC-14*

### 3.3 DEFINICIÓN DE REQUISITOS

RC-15			
Nombre:	Finalizar aplicación		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El usuario puede cerrar la aplicación terminando la ejecución de la misma en el momento que desee.		

Tabla 18: Requisito RC-15

RC-16			
Nombre:	Almacenar Fichero		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá poseer siempre en memoria no volátil el último fichero de datos descargado.		

Tabla 19: Requisito RC-16

RC-17			
Nombre:	Solicitar Acceso		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá mostrar un formulario al usuario para que lo rellene con su nombre completo y dirección de correo electrónico y automáticamente enviará un correo al administrador para solicitar el acceso a la aplicación.		

Tabla 20: Requisito RC-17

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

RC-18			
Nombre:	Recuperar Contraseña		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación permitirá al usuario recuperar su contraseña introduciendo para ello el correo electrónico con el que se registró.		

Tabla 21: Requisito RC-18

RC-19			
Nombre:	Seleccionar serie de datos		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	En las gráficas que posean más de una serie de datos, la aplicación permitirá al usuario seleccionar cuales quiere mostrar.		

Tabla 22: Requisito RC-19

RC-20			
Nombre:	Expandir gráfica		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El usuario podrá comprimir o expandir horizontalmente las gráficas mediante eventos táctiles.		

Tabla 23: Requisito RC-20

RC-21			
Nombre:	Desplazar Horizontalmente		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El usuario podrá desplazarse de manera horizontal dentro de una gráfica expandida.		

Tabla 24: Requisito RC-21

RC-22			
Nombre:	Rotar pantalla		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	Las pantallas se mostrarán en vertical u horizontal de forma automática en función de la orientación del dispositivo.		

Tabla 25: Requisito RC-22

RC-23			
Nombre:	Desplazar verticalmente		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El usuario podrá desplazarse de manera vertical en cualquier pantalla de la aplicación en caso de necesitarlo.		

Tabla 26: Requisito RC-23

### 3.3.2 Requisitos de restricción

Estos requisitos recogen las restricciones impuestas por los usuarios sobre la manera en que el problema es resuelto o el objetivo debe ser alcanzado. Por lo tanto, restringen la manera en que la aplicación debe ser construida, sin alterar o describir las funciones de la misma.

## CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

A continuación se muestran los requisitos de restricción definidos para la aplicación desarrollada.

RR-01			
Nombre:	Idioma		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El idioma de la aplicación será el castellano.		

Tabla 27: Requisito RR-01

RR-02			
Nombre:	Distintos dispositivos		
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Esencial <input type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	La aplicación deberá funcionar y ser correctamente visualizada en diferentes dispositivos móviles Android tales como teléfonos móviles o tabletas.		

Tabla 28: Requisito RR-02

RR-03			
Nombre:	Versión Android		
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Estabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Necesidad:	<input type="checkbox"/> Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Deseable <input type="checkbox"/> Opcional		
Claridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	Verificabilidad:	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Descripción:	El sistema se desarrollara sobre la API correspondiente a la versión 4.0.3 de Android.		

Tabla 29: Requisito RR-03

### 3.4 Definición de Casos de Uso

En este punto se describen los diferentes casos de uso del sistema que han sido extraídos de los requisitos de capacidad definidos con anterioridad.

El modelo de casos de uso describe la aplicación desarrollada en términos de sus distintas formas de utilización, cada una de estas formas es conocida como un caso de uso. Cada caso de uso se compone de una secuencia de eventos iniciada por el usuario

Para analizar en profundidad los mismos, se procederá a una descripción gráfica a través de un diagrama UML\* y posteriormente una descripción textual denominada formato expandido de los casos uso, para los cuales se utilizará la siguiente tabla:

Código Caso de Uso	
Nombre:	
Objetivo:	
Actores	
Fuente	
Precondiciones	
Postcondiciones:	
Escenario típico:	
Escenario alternativo:	

*Tabla 30: Plantilla de casos de uso en formato expandido*

A continuación se especificará el contenido y significado de los campos pertenecientes a la anterior plantilla.

- **Código Caso de Uso:** Cadena de caracteres que identifica de manera univoca cada caso de uso. La nomenclatura de los mismos seguirá el patrón “CU-XX”, donde XX se sustituirá por un número ordinal.
- **Nombre:** Breve descripción del objetivo del caso de uso que debe informar con un simple vistazo el propósito del mismo.
- **Objetivo:** Explicación textual del caso de uso.
- **Actores:** Cualquier persona, sistema o subsistema que interactúa con la aplicación.
- **Fuente:** Cadena de caracteres que representa el identificador del requisito de usuario que ha servido como inspiración para la definición de los casos de uso.
- **Precondiciones:** Son las condiciones que se deben cumplir previamente para poder realizar una determinada operación.
- **Postcondiciones:** Estado que presenta el sistema tras la ejecución de una determinada operación.
- **Escenario típico:** Ejecución del caso de uso paso a paso con un orden determinado.
- **Escenario alternativo:** Son formas alternativas al escenario típico.

\* Ver definición en Anexo 7.4

### 3.4.1 Diagrama UML de Casos de Uso

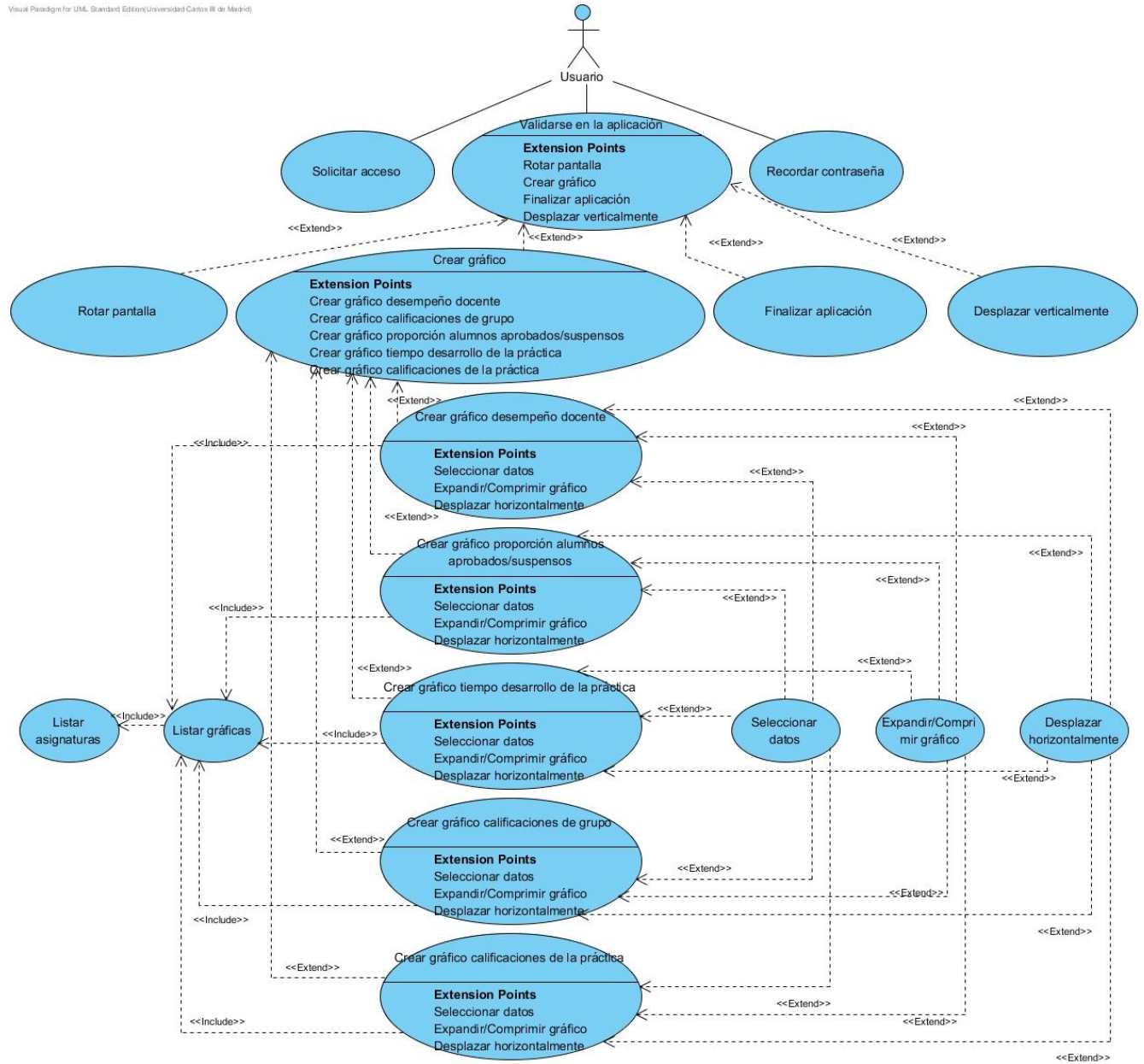


Figura 28: Diagrama de casos de uso



### 3.4.2 Formato expandido de los Casos de Uso

El formato expandido de casos de uso representa todas las posibles interacciones de los actores con el sistema únicamente en base a eventos enviados o recibidos por los actores.

CU-01	
Nombre:	Solicitar Acceso.
Objetivo:	Registrarse en la aplicación para poder acceder a ella.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-17.
Precondiciones	El usuario no debe estar registrado con anterioridad. El usuario debe disponer de una cuenta de correo electrónico.
Postcondiciones:	Se crea una cuenta para un determinado usuario y el administrador le envía un correo electrónico con su usuario y contraseña.
Escenario típico:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario pulsa la opción de registrarse</li> <li>2. El usuario introduce su nombre completo</li> <li>3. El usuario introduce su dirección de correo electrónico</li> <li>4. El usuario vuelve a introducir su dirección de correo electrónico.</li> <li>5. La aplicación envía un correo al administrador para solicitar acceso a la misma.</li> </ol>
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea 5: Las direcciones de correo electrónico no coinciden. Se indica error y se vuelve a solicitar los datos.</li> <li>• Línea 5: Algunos de los campos no se ha rellenado. Se indica error y se vuelve a solicitar los datos.</li> </ul>

*Tabla 31: Caso de uso CU-01*

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

CU-02	
Nombre:	Recordar contraseña.
Objetivo:	Recuperar contraseña para poder acceder a la aplicación.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-18.
Precondiciones	El usuario debe estar registrado con anterioridad (CU-01).
Postcondiciones:	El administrador le envía un correo electrónico con su contraseña.
Escenario típico:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario pulsa la opción de recordar contraseña.</li> <li>2. El usuario introduce su dirección de correo electrónico.</li> <li>3. El administrador le envía un correo electrónico con su contraseña.</li> </ol>
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea 3: La dirección de correo electrónico no existe. Se indica error y se solicita al usuario que introduzca el correo electrónico correcto o en su defecto que se registre en la aplicación.</li> </ul>

*Tabla 32: Caso de uso CU-02*

CU-03	
Nombre:	Validarse en la aplicación.
Objetivo:	Identificarse en la aplicación para poder acceder a ella.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-01, RC-03.
Precondiciones	El usuario debe estar registrado con anterioridad (CU-01).
Postcondiciones:	El usuario ha accedido a la aplicación.
Escenario típico:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario pulsa el icono de la aplicación</li> <li>2. El usuario introduce su usuario.</li> <li>3. El usuario introduce su clave de acceso.</li> <li>4. El usuario queda validado.</li> </ol>
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea 4: La clave de acceso no coincide con el identificador introducido. Se indica error y se vuelven a solicitar los datos.</li> <li>• Línea 4: El usuario no rellena alguno de los campos. Se indica error y se vuelven a solicitar los datos.</li> </ul>

*Tabla 33: Caso de uso CU-03*

CU-04	
Nombre:	Rotar pantalla.
Objetivo:	Especificar la disposición de la pantalla.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-22.
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).
Postcondiciones:	La aplicación rota la pantalla del dispositivo en caso necesario.
Escenario típico:	1. El usuario gira el dispositivo para observar la pantalla en la orientación que desee (vertical u horizontal).
Escenario alternativo:	No aplica.

Tabla 34: Caso de uso CU-04

CU-05	
Nombre:	Finalizar aplicación.
Objetivo:	Cerrar la aplicación.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-15.
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).
Postcondiciones:	El usuario ha cerrado la aplicación.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción cerrar sesión desde la interfaz principal de la aplicación.
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea 1: El usuario pulsa el botón de inicio del dispositivo móvil desde cualquier pantalla de la aplicación.</li> </ul>

Tabla 35: Caso de uso CU-05

CU-06	
Nombre:	Desplazar verticalmente.
Objetivo:	Desplazarse verticalmente por la pantalla para poder visualizar de forma óptima todas las opciones.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-23.

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

CU-06	
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).
Postcondiciones:	La aplicación permite al usuario desplazarse verticalmente por la pantalla.
Escenario típico:	1. El usuario se desplaza por la pantalla mediante eventos táctiles.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 36: Caso de uso CU-06*

CU-07	
Nombre:	Crear gráfica.
Objetivo:	Realizar las funciones genéricas para la creación de gráficas.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-02, RC-04, RC05, RC-06, RC-07 y RC-16.
Precondiciones	El usuario debe haberse validado con anterioridad (CU-03).
Postcondiciones:	El usuario puede empezar a utilizar los servicios relacionados con las gráficas.
Escenario típico:	1. La aplicación le permite al usuario empezar a visualizar gráficas.
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea 1: La conexión a Internet no está disponible ni un fichero de datos en memoria. Se indica error y se cierra la aplicación.</li> </ul>

*Tabla 37: Caso de uso CU-07*

CU-08	
Nombre:	Listar asignaturas.
Objetivo:	Mostrar una lista con las asignaturas disponibles.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-08.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p>
Postcondiciones:	La aplicación muestra en pantalla una lista con las diferentes asignaturas que el usuario puede seleccionar.
Escenario típico:	1. El usuario se valida en la aplicación y automáticamente se muestra el listado de asignaturas.

### 3.4 DEFINICIÓN DE CASOS DE USO

CU-08	
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 38: Caso de uso CU-08*

CU-09	
Nombre:	Listar gráficas.
Objetivo:	Mostrar una lista con los tipos de gráficas disponibles.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-09.
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03). Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07). La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).
Postcondiciones:	La aplicación muestra en pantalla una lista con los diferentes tipos de gráficas que el usuario puede seleccionar.
Escenario típico:	1. El usuario selecciona una asignatura y automáticamente se muestra el listado de gráficas.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 39: Caso de uso CU-09*

CU-10	
Nombre:	Crear gráfica de calificación global del desempeño docente.
Objetivo:	Mostrar la gráfica de calificación global del desempeño docente con los datos del fichero existente.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-10.

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

CU-10	
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p>
Postcondiciones:	La aplicación muestra en una nueva pantalla una gráfica de área con la calificación global del desempeño docente.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción de calificación global del desempeño docente.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 40: Caso de uso CU-10*

CU-11	
Nombre:	Crear gráfica de calificaciones de grupo
Objetivo:	Mostrar la gráfica de calificaciones de grupo con los datos del fichero existente.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-11.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p>
Postcondiciones:	La aplicación muestra en una nueva pantalla una gráfica de barras con las calificaciones de grupo.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción de calificaciones de grupo.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 41: Caso de uso CU-11*

### 3.4 DEFINICIÓN DE CASOS DE USO

CU-12	
Nombre:	Crear gráfica de proporción de alumnos aprobados/suspensos.
Objetivo:	Mostrar la gráfica de proporción de alumnos aprobados/suspensos con los datos del fichero existente.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-12.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p>
Postcondiciones:	La aplicación muestra en una nueva pantalla una gráfica de barras con las proporciones de alumnos aprobados/suspensos.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción de proporción de alumnos aprobados/suspensos.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 42: Caso de uso CU-12*

CU-13	
Nombre:	Crear gráfica de tiempo de desarrollo de la práctica.
Objetivo:	Mostrar la gráfica de tiempo de desarrollo de la práctica con los datos del fichero existente.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-13.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p>

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

CU-13	
Postcondiciones:	La aplicación muestra en una nueva pantalla una gráfica de líneas con el tiempo de desarrollo de la práctica.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción de tiempo de desarrollo de la práctica.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 43: Caso de uso CU-13*

CU-14	
Nombre:	Crear gráfica de calificaciones de la práctica.
Objetivo:	Mostrar la gráfica de calificaciones de la práctica con los datos del fichero existente.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-14.
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03). Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07). La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08). La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).
Postcondiciones:	La aplicación muestra en una nueva pantalla una gráfica de líneas con las calificaciones de la práctica.
Escenario típico:	1. El usuario pulsa la opción de calificaciones de la práctica.
Escenario alternativo:	No aplica.

*Tabla 44: Caso de uso CU-14*

CU-15	
Nombre:	Seleccionar datos
Objetivo:	Seleccionar dentro de una gráfica las series de datos que se desean mostrar.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-19.



<b>CU-15</b>	
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p> <p>La aplicación muestra la gráfica seleccionada (CU-10, CU-11, CU-12, CU-13 o CU-14).</p>
Postcondiciones:	La aplicación dibuja o borra la serie de datos seleccionada.
Escenario típico:	1. El usuario marca/desmarca el flag de la serie de datos deseada.
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea 1: Se desmarcan todas las series de datos. Se indica error y no deja desmarcar la última serie de datos.</li> </ul>

Tabla 45: Caso de uso CU-15

<b>CU-16</b>	
Nombre:	Expandir/Comprimir gráfica
Objetivo:	Expandir o comprimir horizontalmente una gráfica.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-20.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p> <p>La aplicación muestra la gráfica seleccionada (CU-10, CU-11, CU-12, CU-13 o CU-14).</p>
Postcondiciones:	La gráfica queda expandida o comprimida.
Escenario típico:	1. El usuario expande o comprime la gráfica mediante eventos táctiles.
Escenario alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea 1: El usuario pulsa el botón reiniciar para devolver la gráfica a su estado inicial.</li> </ul>

Tabla 46: Caso de uso CU-16

CU-17	
Nombre:	Desplazar horizontalmente.
Objetivo:	Desplazarse horizontalmente por la gráfica.
Actores	Usuario.
Fuente	RC-21.
Precondiciones	<p>El usuario debe haber iniciado la aplicación con anterioridad (CU-03).</p> <p>Deben de estar activos los servicios de construcción de gráficas (CU-07).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las asignaturas que puede seleccionar el usuario (CU-08).</p> <p>La aplicación muestra una lista con las gráficas que puede seleccionar el usuario (CU-09).</p> <p>La aplicación muestra la gráfica seleccionada (CU-10, CU-11, CU-12, CU-13 o CU-14).</p> <p>La gráfica esta expandida (CU-16).</p>
Postcondiciones:	La aplicación permite al usuario desplazarse horizontalmente por la gráfica expandida.
Escenario típico:	1. El usuario se desplaza por la gráfica expandida mediante eventos táctiles.
Escenario alternativo:	Línea 1: El usuario pulsa el botón reiniciar para devolver la gráfica a su estado inicial.

Tabla 47: Caso de uso CU-17

### 3.5 Matriz de Trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso

La siguiente tabla muestra la matriz de trazabilidad entre requisitos y casos de uso. Con ella nos aseguramos de que ningún requisito quede sin ser cubierto por un caso de uso.

	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06	CU-07	CU-08	CU-09	CU-10	CU-11	CU-12	CU-13	CU-14	CU-15	CU-16	CU-17
RC-01			X														
RC-02							X										
RC-03			X														
RC-04							X										
RC-05							X										
RC-06							X										
RC-07							X										
RC-08								X									
RC-09									X								
RC-10										X							
RC-11											X						
RC-12												X					
RC-13													X				
RC-14														X			
RC-15					X												
RC-16							X										
RC-17	X																
RC-18		X															
RC-19															X		
RC-20																X	
RC-21																	X
RC-22				X													
RC-23						X											

Tabla 48: Matriz de trazabilidad requisitos de usuario – casos de uso

## 3.6 Priorización de los casos de uso

Dado que Craig Larman se basa en un método iterativo incremental, no todos los casos de uso se abordan a la vez. Para ello se realiza una priorización de casos de uso con el fin de establecer el orden en el que se van a tratar.

Para dicha priorización vamos a tomar en cuenta las siguientes características:

- **A:** Impacto significativo en el diseño de la arquitectura. Por ejemplo, si aporta muchas clases al modelo del dominio o requiere persistencia en los datos.

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

- **B:** Se obtiene una mejor comprensión del diseño a un nivel de esfuerzo relativamente bajo.
- **C:** Incluye funciones complejas, críticas en el tiempo o de nivel elevado de riesgo.
- **D:** Implica bien un trabajo de investigación significativa, o bien el uso de una tecnología nueva o arriesgada.

Según estos criterios se asignarán valores de 1 a 5 a cada caso de uso y ponderando cada criterio de acuerdo a lo siguiente:

- **A:** 0,20.
- **B:** 0,10.
- **C:** 0,30.
- **D:** 0,40.

A continuación se muestra la tabla de priorización:

Caso de Uso	A	B	C	D	Total	Orden
CU-01	2	2	2	3	2,4	10
CU-02	1	2	1	2	1,5	13
CU-03	2	3	1	2	1,8	12
CU-04	3	1	2	2	2,1	11
CU-05	1	1	1	1	1	17
CU-06	1	1	1	2	1,4	14
CU-07	5	2	5	5	4,7	1
CU-08	1	3	1	1	1,2	15
CU-09	1	3	1	1	1,2	16
CU-10	3	1	5	5	4,4	2
CU-11	3	1	5	5	4,4	3
CU-12	4	1	5	5	4,4	4
CU-13	4	1	5	5	4,4	5
CU-14	4	1	5	5	4,4	6
CU-15	3	1	5	5	4,2	7
CU-16	3	1	5	5	4,2	8
CU-17	3	1	5	5	4,2	9

*Tabla 49: Tabla de priorización*

De acuerdo a los resultados obtenidos, se escogerán 4 ciclos y los mismos quedarían conformados por los siguientes casos de uso:

- **Primer ciclo:**
  - CU-07: Crear gráfica.

- **Segundo ciclo:**
  - CU-10: Crear gráfica de calificación global del desempeño docente.
  - CU-11: Crear gráfica de calificaciones de grupo.
  - CU-12: Crear gráfica de proporción de alumnos aprobados/suspensos.
  - CU-13: Crear gráfica de tiempo de desarrollo de la práctica.
  - CU-14: Crear gráfica de calificaciones de la práctica.
- **Tercer ciclo:**
  - CU-15: Seleccionar datos.
  - CU-16: Expandir/Comprimir gráfica.
  - CU-17: Desplazar horizontalmente.
- **Cuarto ciclo:**
  - CU-01: Solicitar acceso.
  - CU-04: Rotar pantalla.
  - CU-03: Validarse en la aplicación.
  - CU-02: Recordar contraseña.
  - CU-06: Desplazar verticalmente.
  - CU-08: Listar asignaturas.
  - CU-09: Listar gráficas.
  - CU-05: Finalizar aplicación.

Con la priorización anterior, puede observarse que en cada ciclo se le va suministrando más funcionalidad al sistema, finalizando con pequeñas funcionalidades como el caso de uso “CU-04: Rotar pantalla” o “CU-06: Desplazar verticalmente”, que enriquecen las anteriores funcionalidades que son el núcleo de la aplicación.

## 3.7 Diagramas de clase

A continuación se muestran los diagramas de clases correspondientes a cada ciclo de desarrollo:

- **Primer ciclo:** Para poder desarrollar la funcionalidad comprendida dentro del caso de uso CU-07, se han identificado las clases Controlador, Fichero y Gráfica con sus respectivos métodos necesarios para poder realizar todas las operaciones previas necesarias para la construcción de una gráfica estadística.

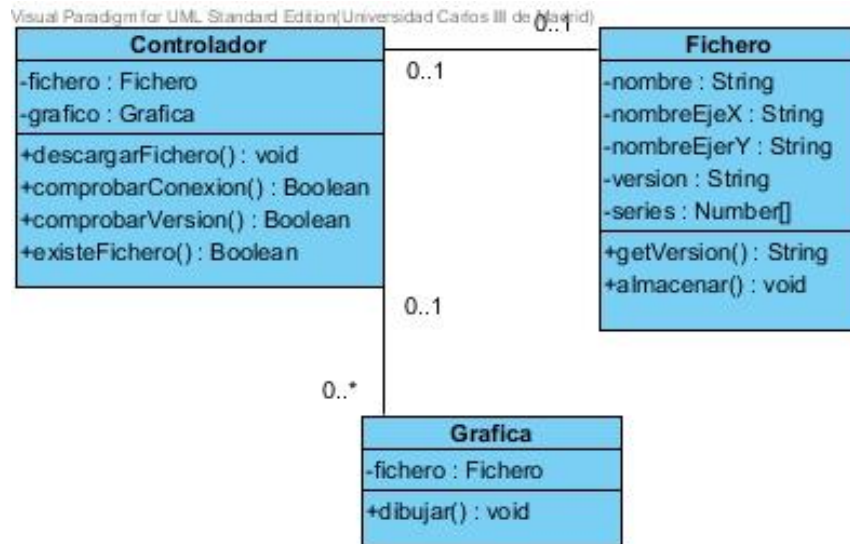


Figura 29: Diagrama de clases del primer ciclo

- **Segundo ciclo:** Se han identificado las clases **Desempeño**, **CalificacionGrupo**, **Propocion**, **TiempoDesarrollo** y **CalificacionPractica** que implementan el método `dibujar()` de la clase **Grafica** para construir los diferentes tipos de gráficos.

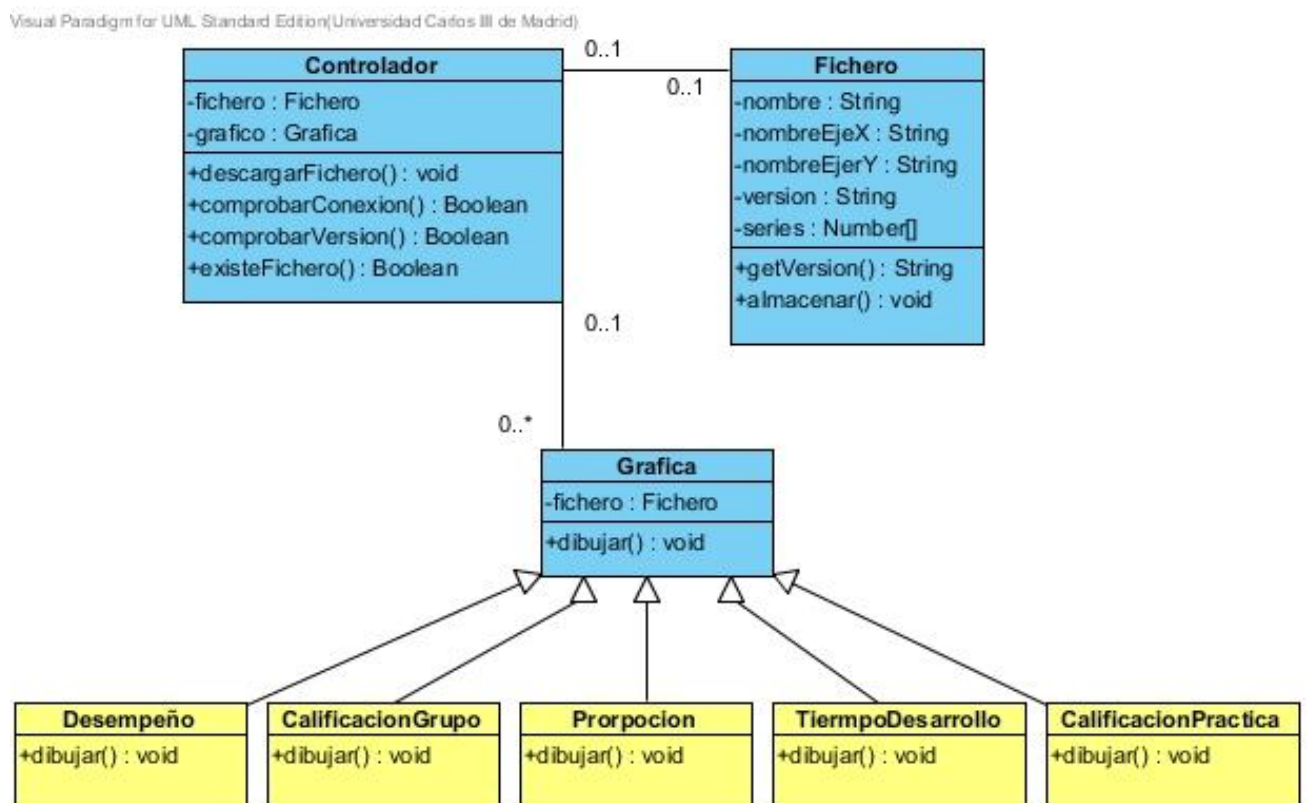


Figura 30: Diagrama de clases del segundo ciclo

- **Tercer ciclo:** Se han identificado los métodos `seleccionarDatos()`, `expandir()` y `desplazarH()` dentro de la clase **Grafica**, los cuales se implementan en las clases **Desempeño**, **CalificacionGrupo**, **Propocion**, **TiempoDesarrollo** y

CalificacionPractica para poder añadir dichas funcionalidades extras a cada una de las gráficas estadísticas.

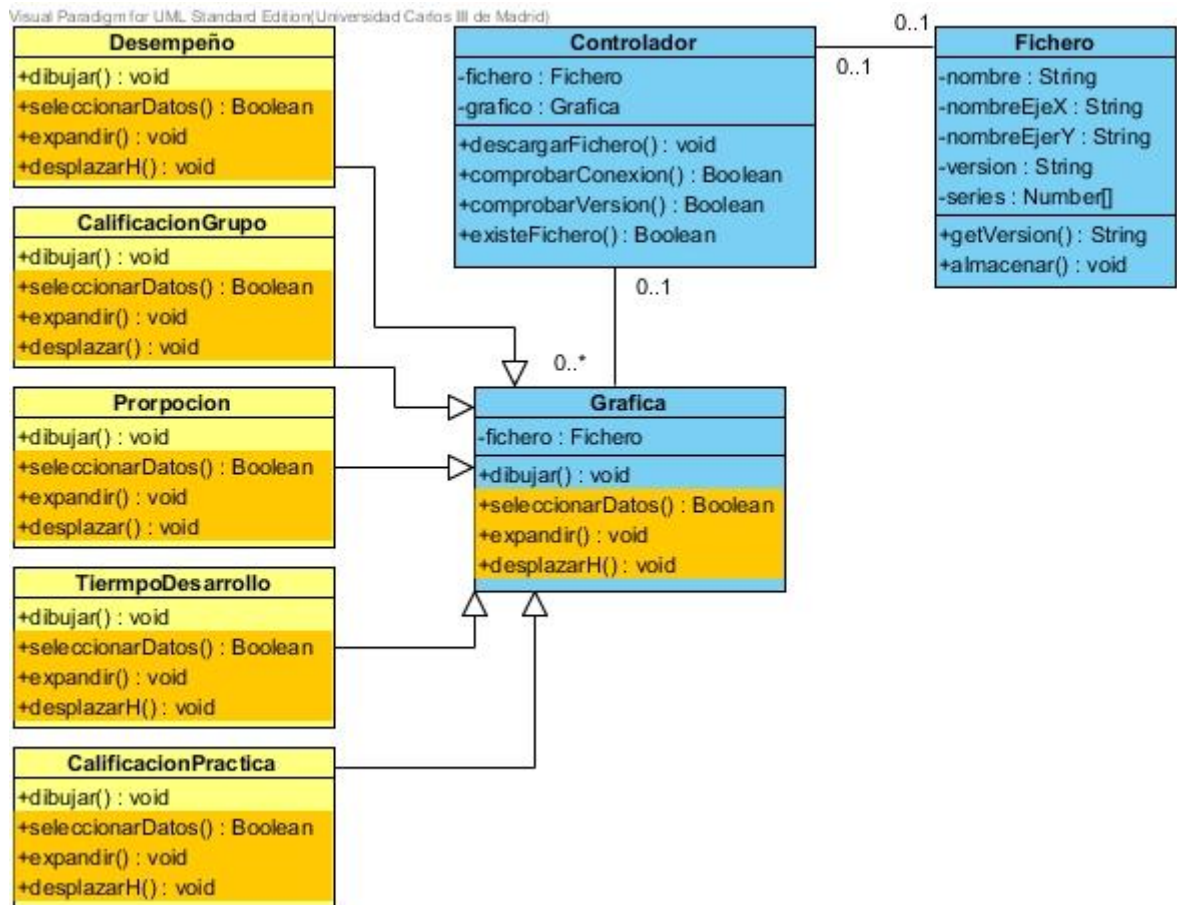


Figura 31: Diagrama de clases del tercer ciclo

- Cuarto ciclo:** Para este último ciclo de desarrollo se ha identificado la clase Asignatura junto con nuevos métodos en la clase Controlador existente para poder realizar las funciones relacionadas con el usuario (registro, validación...), configuración de pantalla, etc.

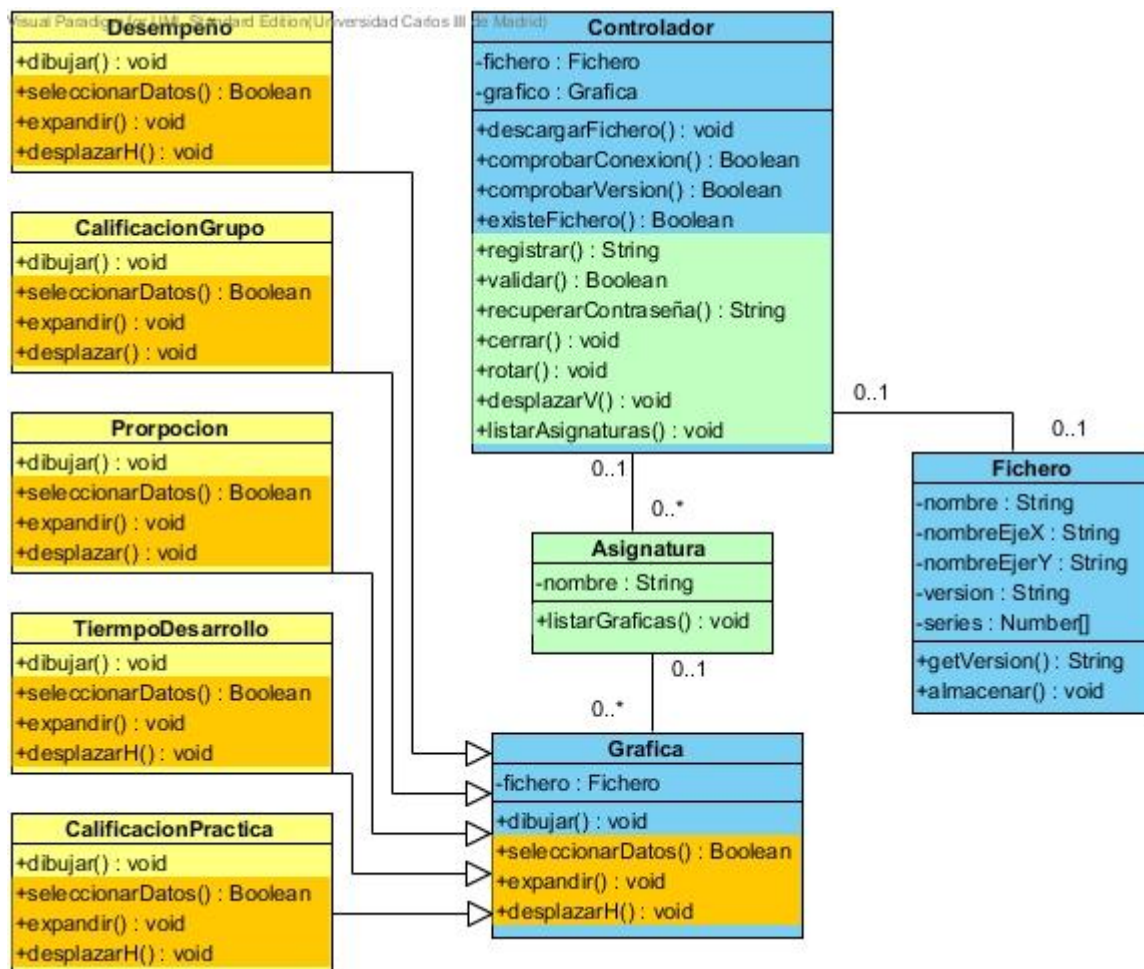


Figura 32: Diagrama de clases del cuarto ciclo



## 3.8 Matriz de Trazabilidad entre Casos de Uso y Clases

La siguiente tabla muestra la matriz de trazabilidad entre casos de uso y clases con el fin de comprobar que todos los casos de uso quedan completamente cubiertos entre las diferentes clases.

	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06	CU-07	CU-08	CU-09	CU-10	CU-11	CU-12	CU-13	CU-14	CU-15	CU-16	CU-17
<b>Controlador</b>	X	X	X	X	X	X	X	X									
<b>Fichero</b>							X										
<b>Asignatura</b>									X								
<b>Grafica</b>															X	X	X
<b>Desempeño</b>										X					X	X	X
<b>Calificación Grupo</b>											X				X	X	X
<b>Proporcion</b>												X			X	X	X
<b>TiempoDesarrollo</b>													X		X	X	X
<b>Calificación Práctica</b>														X	X	X	X

Tabla 50: Matriz de trazabilidad casos de uso – clases

### 3.9 Matriz de Trazabilidad entre Requisitos de Usuario y Clases

La siguiente tabla muestra la matriz de trazabilidad entre requisitos y clases con el fin de asegurar que todos los requisitos quedan cubiertos por al menos una clase.

	Controlador	Fichero	Grafica	Asignatura	Desempeño	CaficicacionGrupo	Proporcion	TiempoDesarrollo	CalificacionPractica
RC-01	X								
RC-02	X	X							
RC-03	X								
RC-04	X	X							
RC-05	X	X							
RC-06	X	X							
RC-07	X	X							
RC-08	X								
RC-09				X					
RC-10					X				
RC-11						X			
RC-12							X		
RC-13								X	
RC-14								X	
RC-15	X								
RC-16	X	X							
RC-17	X								
RC-18	X								
RC-19			X		X	X	X	X	X
RC-20			X		X	X	X	X	X
RC-21			X		X	X	X	X	X
RC-22	X								
RC-23	X								

Tabla 51: Matriz de trazabilidad clases – requisitos

## 3.10 Diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia muestran una interacción ordenada según la secuencia temporal de eventos. En particular, muestran los objetos participantes en la interacción y los mensajes que intercambian ordenados según su secuencia de tiempo.

El eje vertical representa el tiempo, y en el eje horizontal se colocan los objetos y actores participantes en la interacción. Cada objeto o actor, tiene una línea vertical, y los mensajes se representan mediante flechas entre los distintos objetos. El tiempo fluye de arriba abajo.

A continuación se muestran los diagramas de secuencias correspondientes a cada ciclo:

- **Primer ciclo:**
  - CU-07: Crear gráfico: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe su contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria.

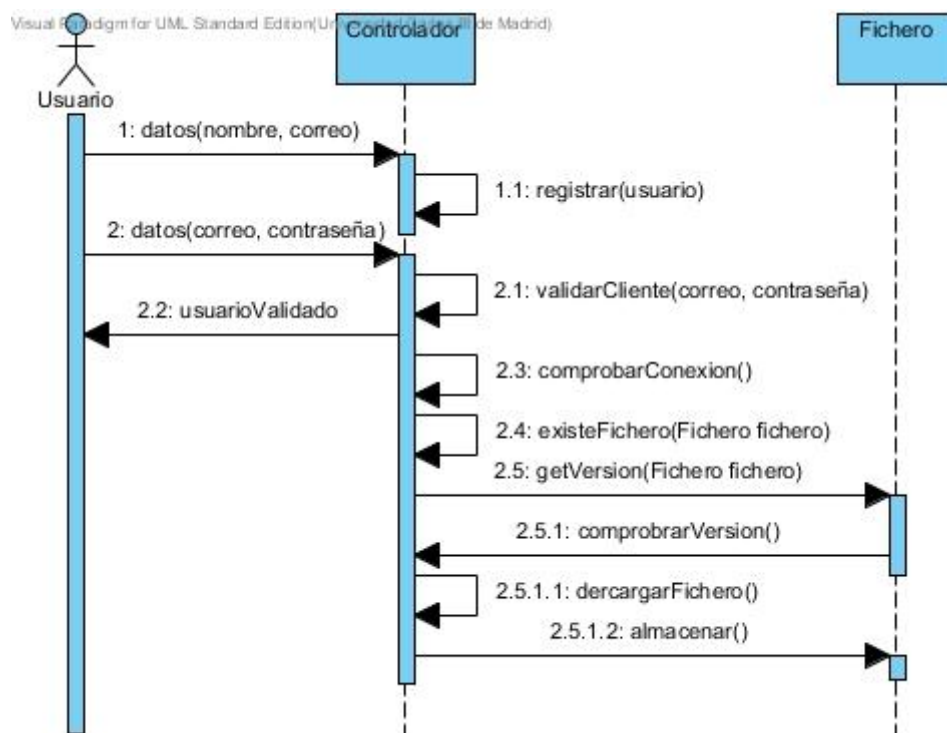


Figura 33: Diagrama de secuencia CU-07

- **Segundo ciclo:**
  - CU-10: Crear gráfica de calificación global del desempeño docente: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual. Por último, el usuario solicita ver la gráfica que contiene la información global del desempeño docente.

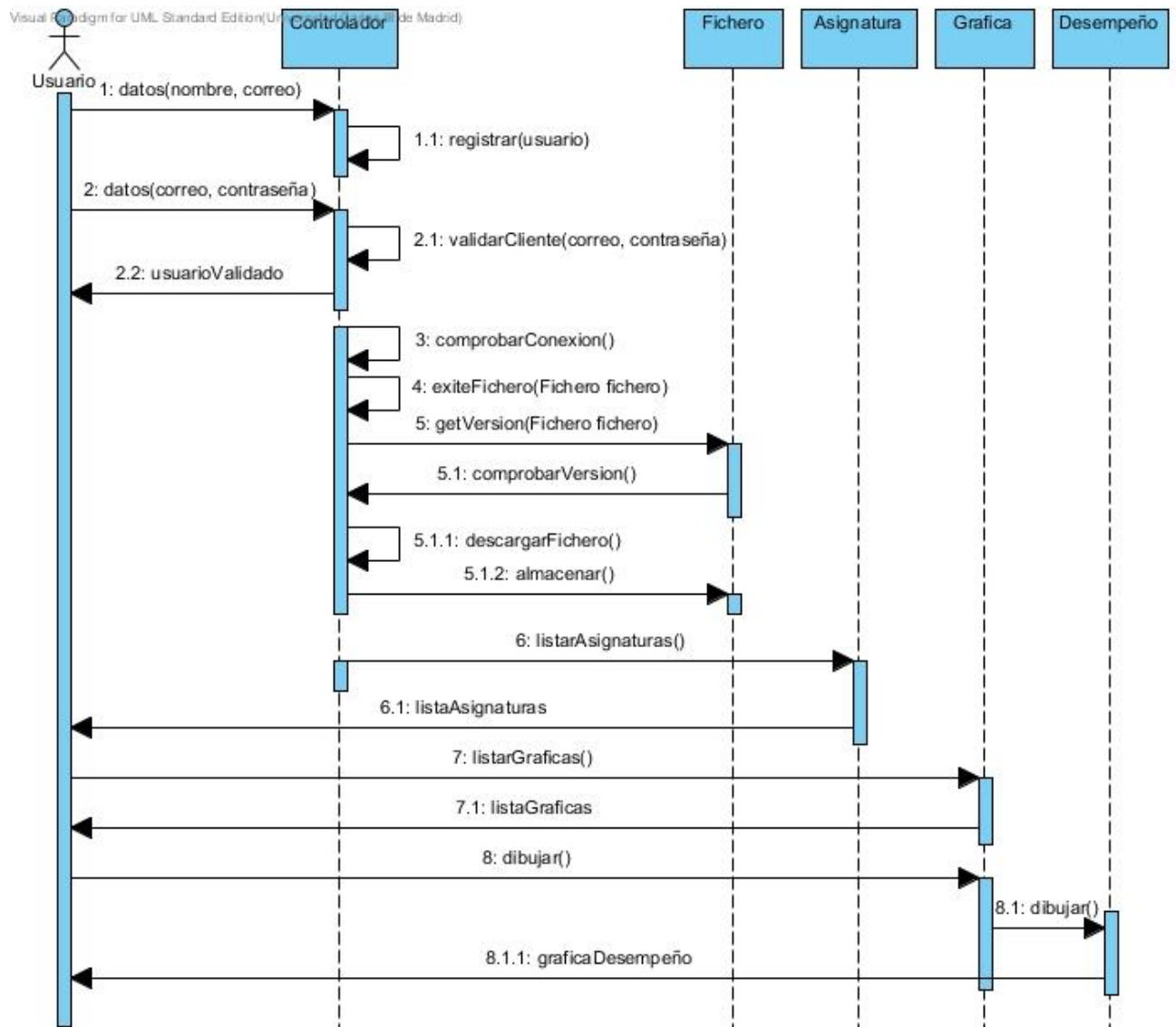


Figura 34: Diagrama de secuencia CU-10

- CU-11: Crear gráfica de calificaciones de grupo: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual. Por último, el usuario solicita ver la gráfica que contiene el histograma de calificaciones de grupo.

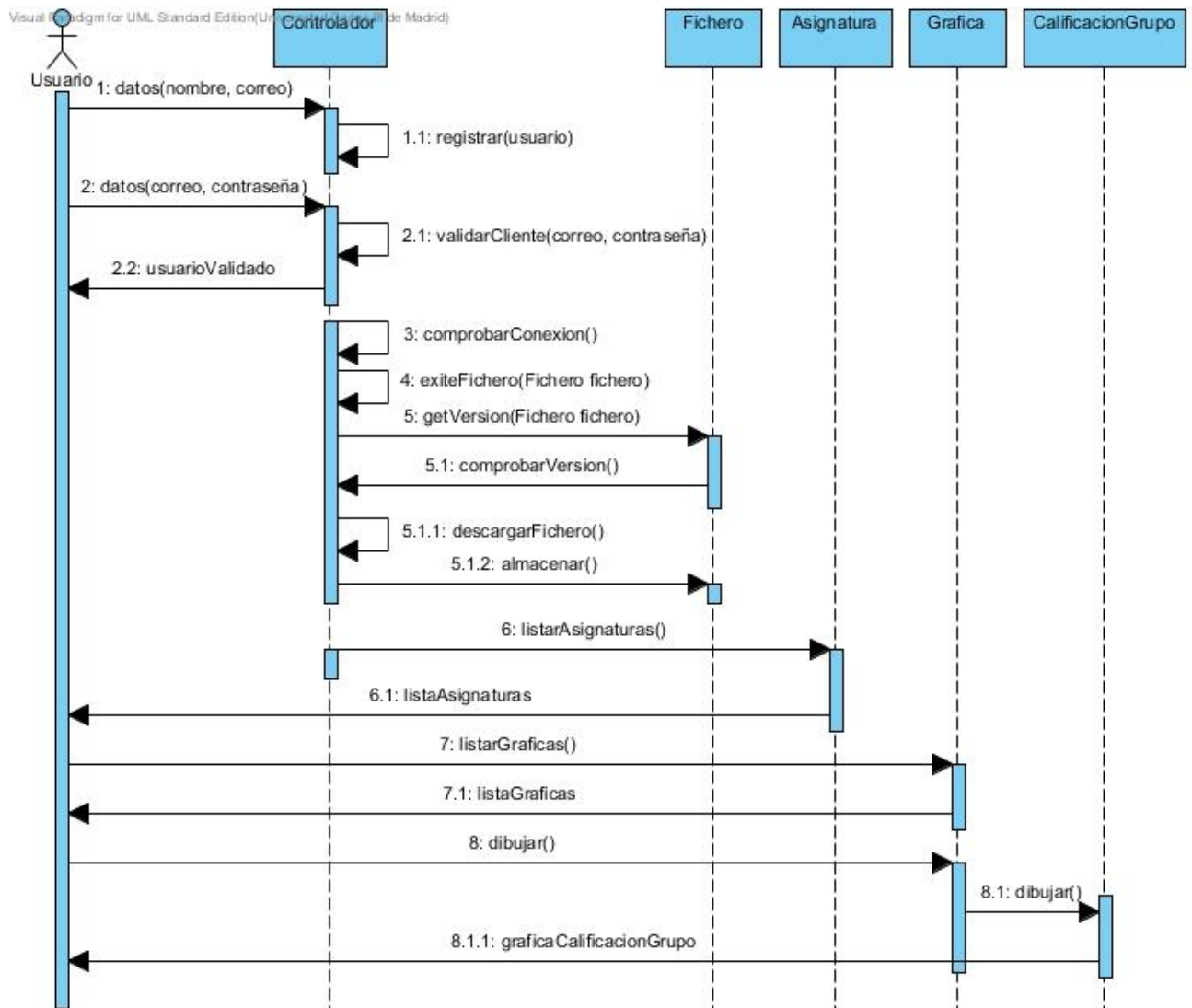


Figura 35: Diagrama de secuencia CU-11

- CU-12: Crear gráfica de proporción de alumnos aprobados/suspensos: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual. Por último, el usuario solicita ver la gráfica que contiene la información sobre la proporción de alumnos aprobados/suspensos.

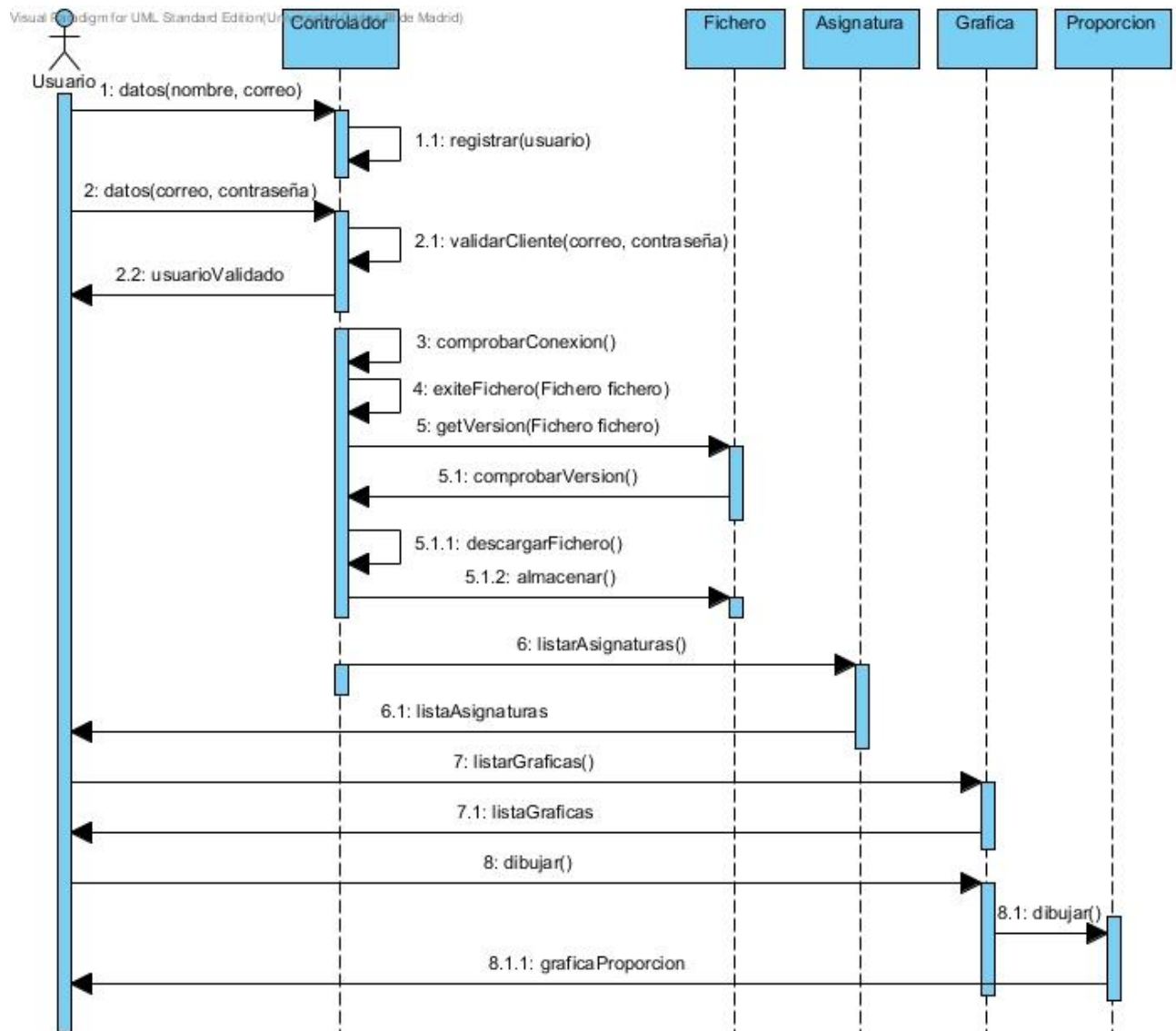


Figura 36: Diagrama de secuencia CU-12

- CU-13: Crear gráfica de tiempo de desarrollo de la práctica: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual. Por último, el

usuario solicita ver la gráfica que contiene los datos sobre el tiempo de desarrollo de la práctica.

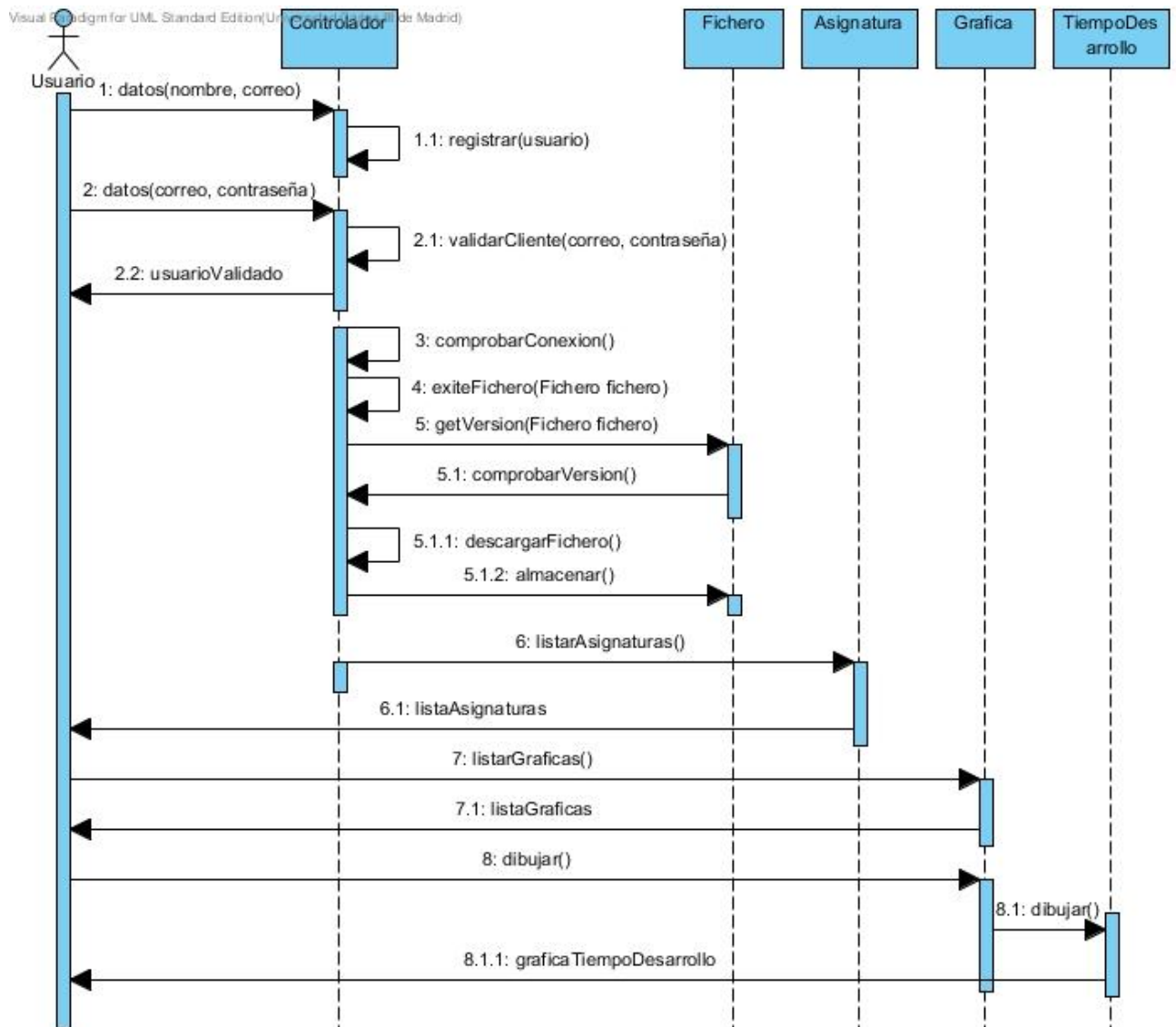


Figura 37: Diagrama de secuencia CU-13

- CU-14: Crear gráfica de calificaciones de la práctica: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura



deseada, en este caso metodología del desarrollo visual. Por último, el usuario solicita ver la gráfica que contiene la información sobre las calificaciones de la práctica.

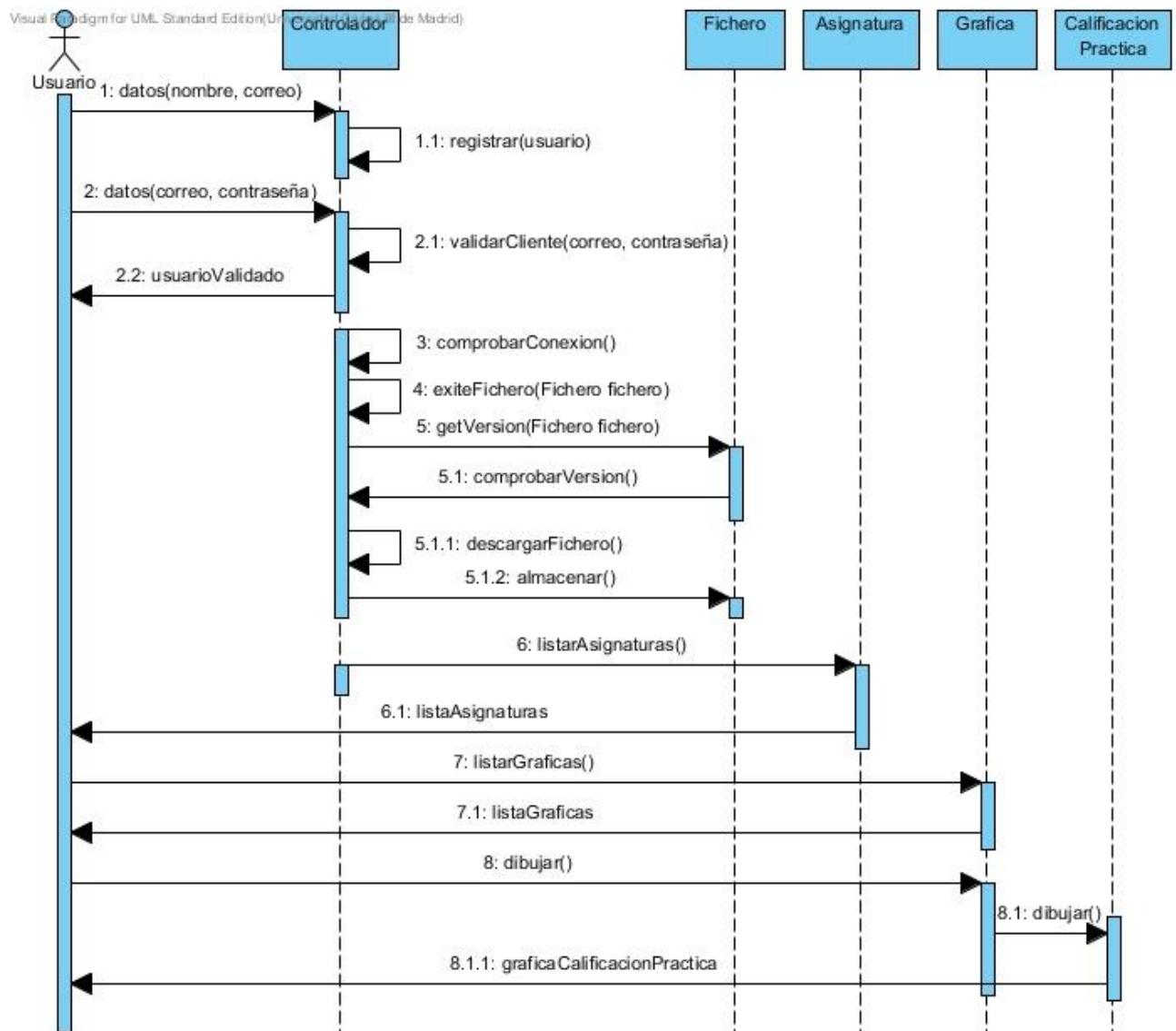


Figura 38: Diagrama de secuencia CU-14

- **Tercer ciclo:**

- CU-15: Seleccionar datos: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra

de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual y elige una gráfica de la lista. Por último marca o desmarca el flag de la serie de datos deseada para que se muestre o elimine de la gráfica en cuestión.

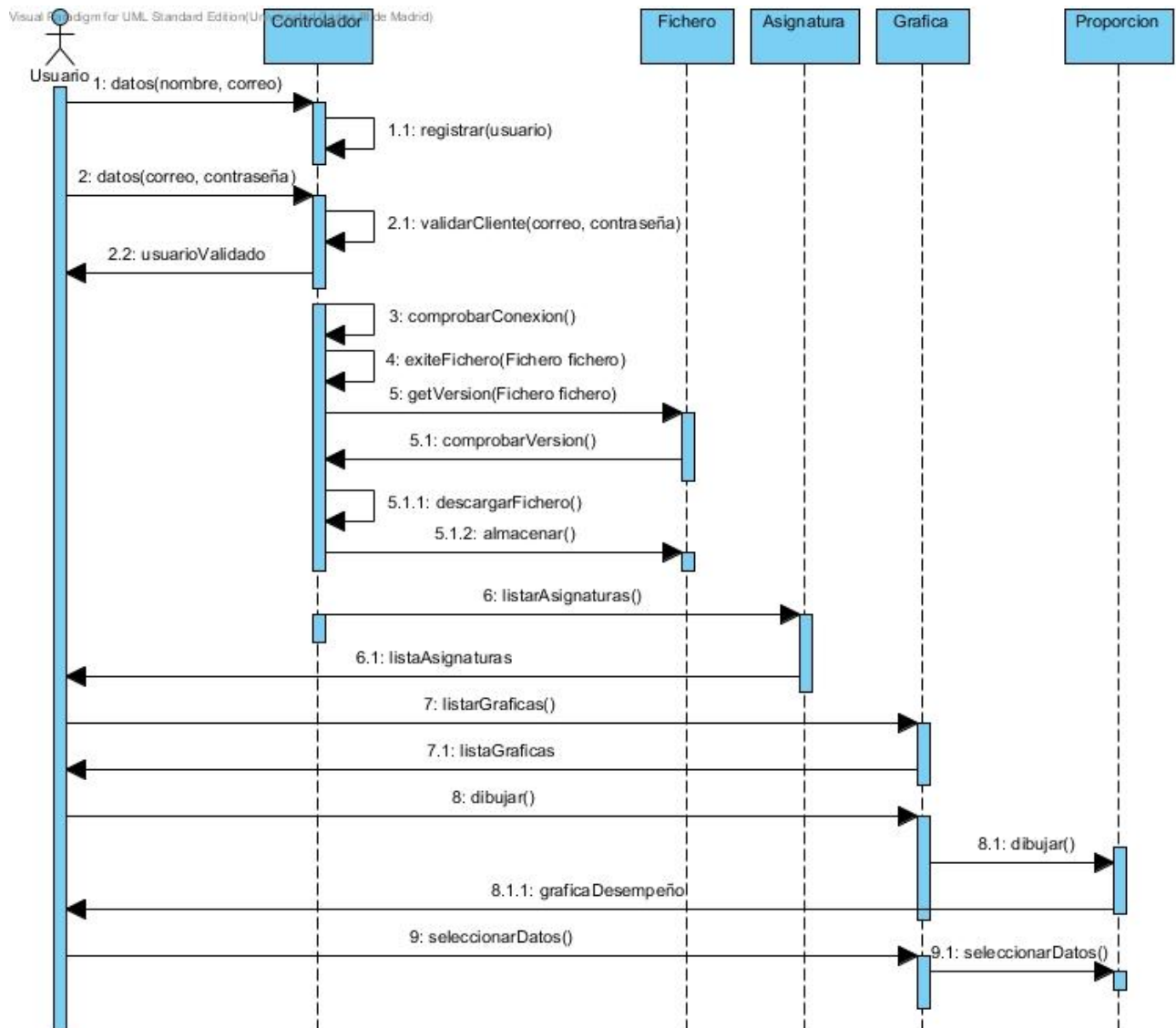


Figura 39: Diagrama de secuencia CU-15

- CU-16: Expandir/Comprimir gráfica: el usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo

descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual y elige una gráfica de la lista. Por último expande o comprime la gráfica mediante eventos táctiles.

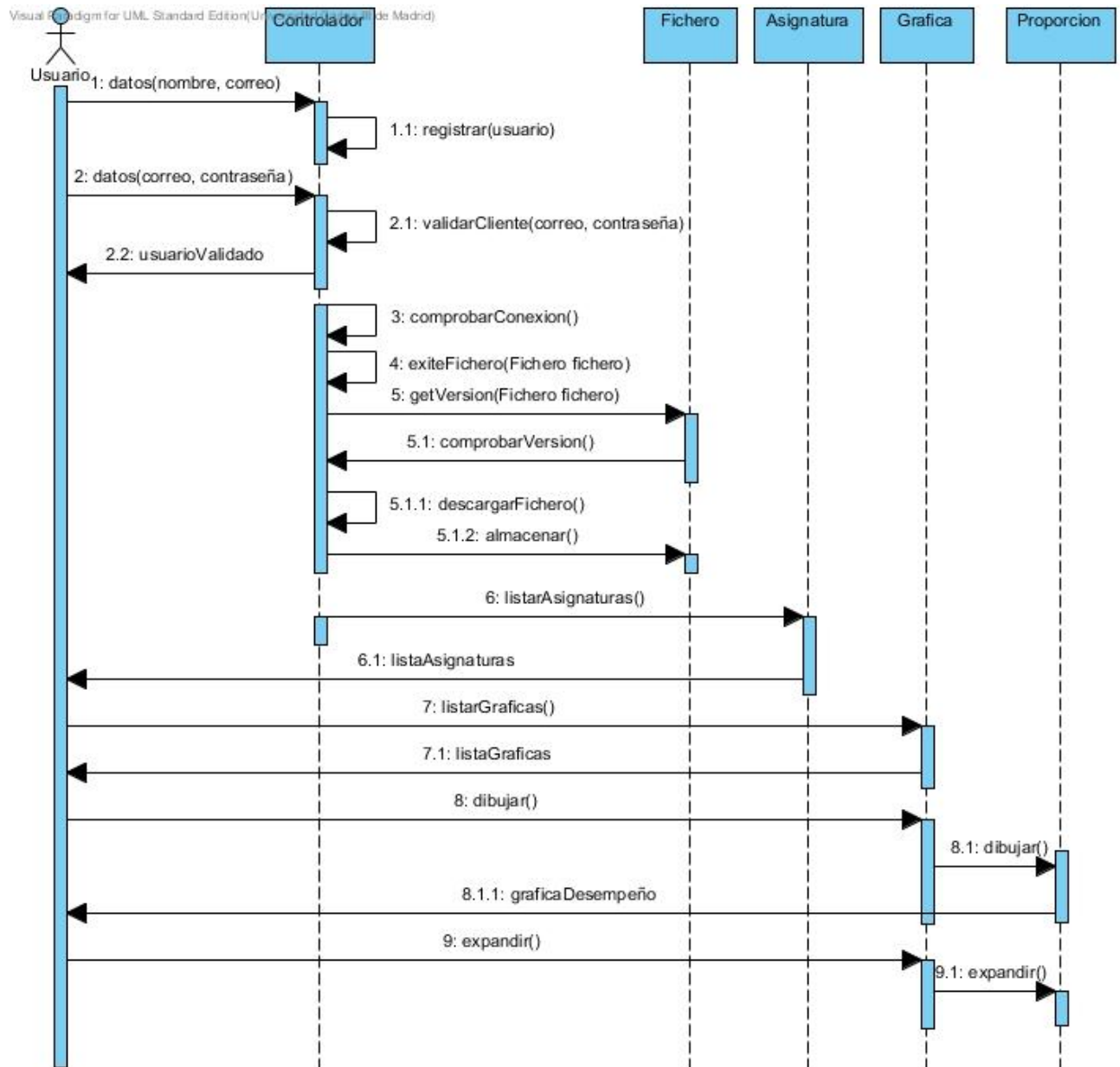


Figura 40: Diagrama de secuencia CU-16

- CU-17: Desplazar horizontalmente: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La

aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual y elige una gráfica de la lista. A continuación expande la gráfica y se desplaza por ella horizontalmente mediante eventos táctiles.

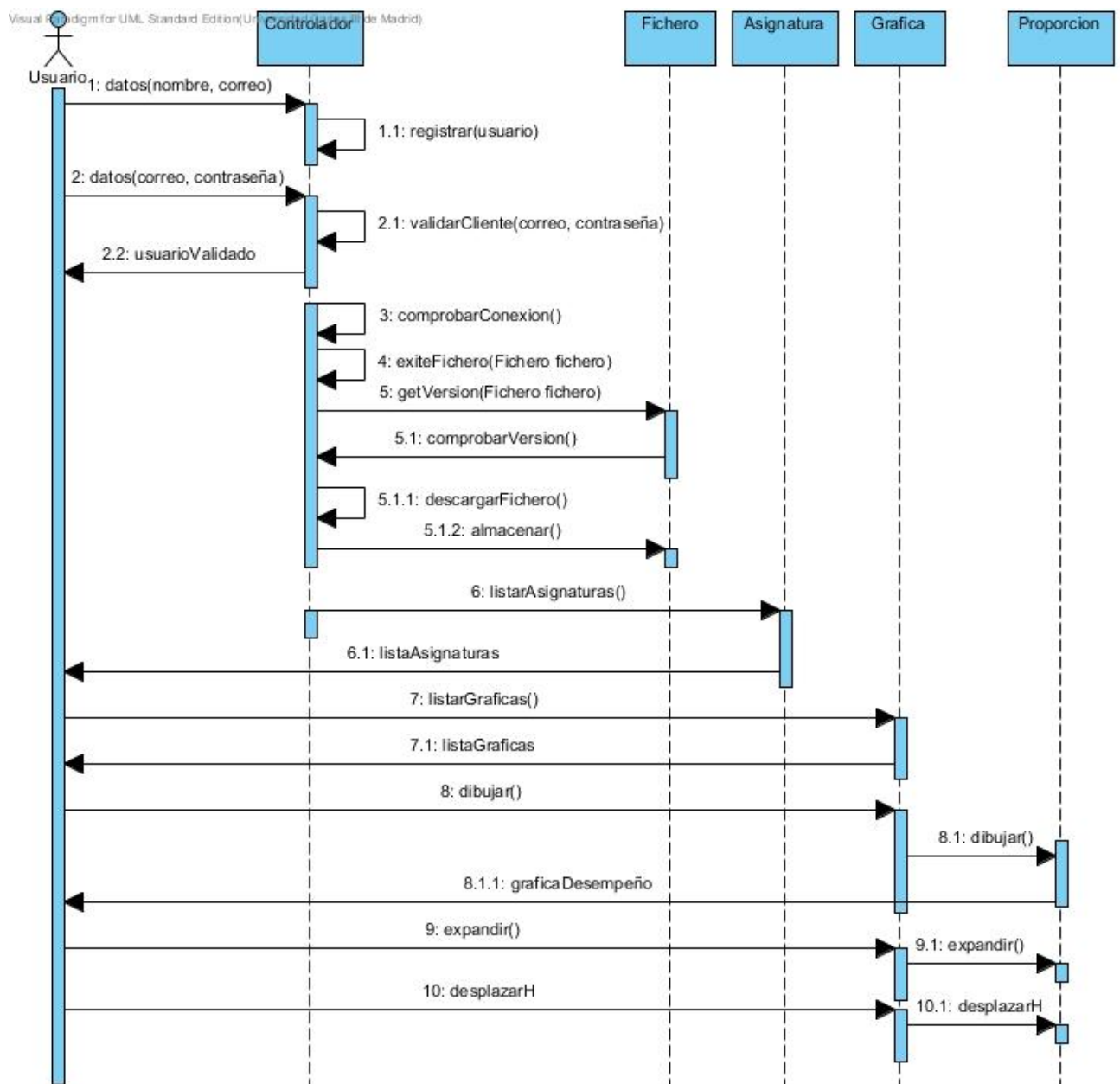
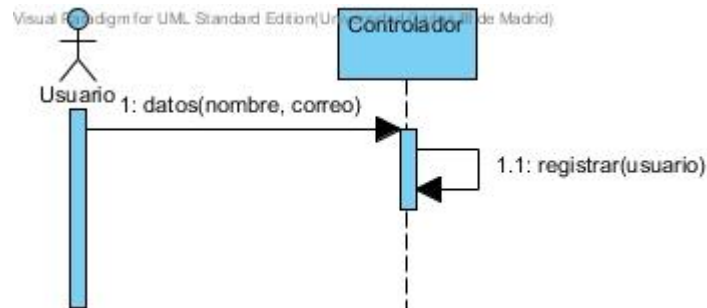


Figura 41: Diagrama de secuencia CU-17

- **Cuarto ciclo:**

- CU-01: Solicitar acceso: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”.



*Figura 42: Diagrama de secuencia CU-01*

- CU-04: Rotar pantalla: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. El usuario gira su dispositivo y la aplicación rota la pantalla en caso necesario.

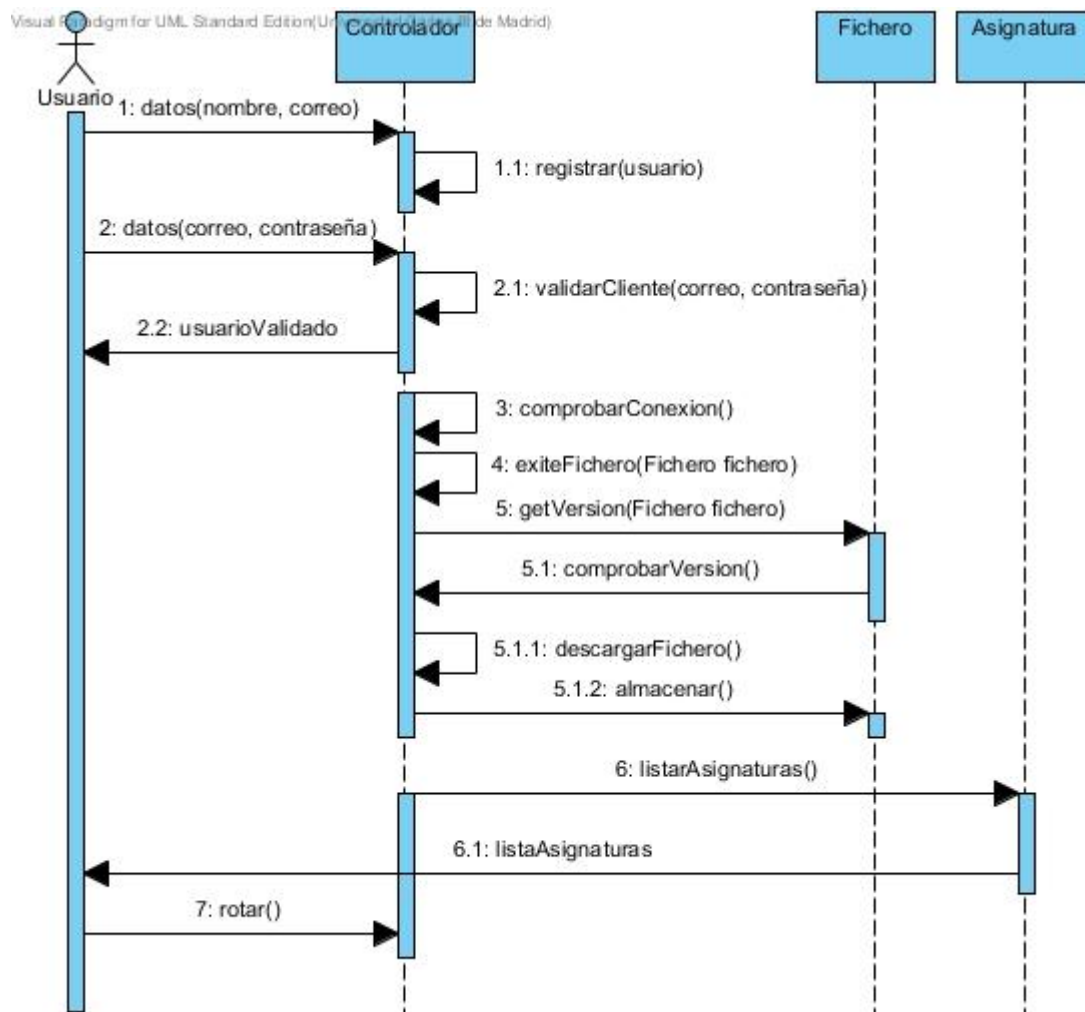


Figura 43: Diagrama de secuencia CU-04

- CU-03: Validarse en la aplicación: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba de que el usuario existe y le permite el acceso.

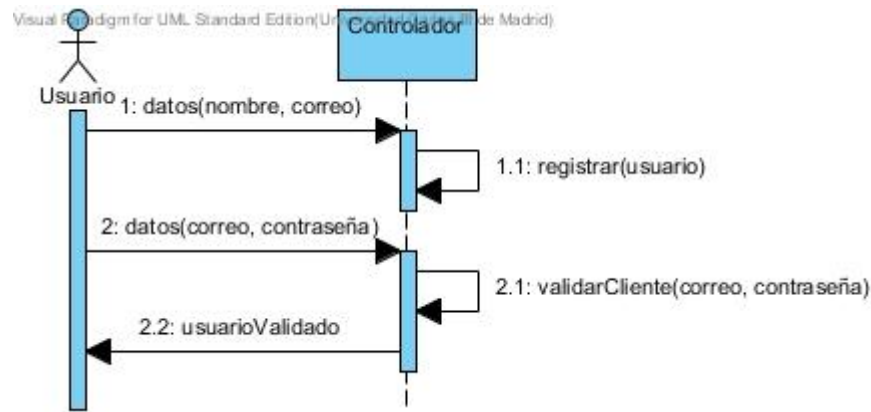


Figura 44: Diagrama de secuencia CU-03

- CU-02: Recordar contraseña: El usuario solicita recuperar su contraseña especificando su dirección de correo electrónico. La aplicación envía la petición a la plataforma “Promise Livelearning”.

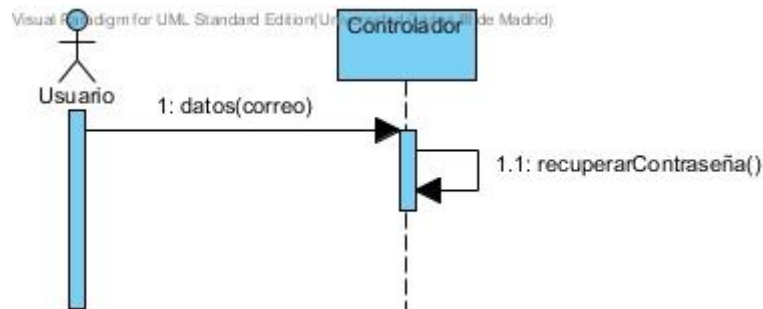


Figura 45: Diagrama de secuencia CU-02

- CU-06: Desplazar verticalmente: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. A continuación el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada, en este caso metodología del desarrollo visual y se desplaza verticalmente por la pantalla en caso de ser necesario para poder ver todas las opciones.



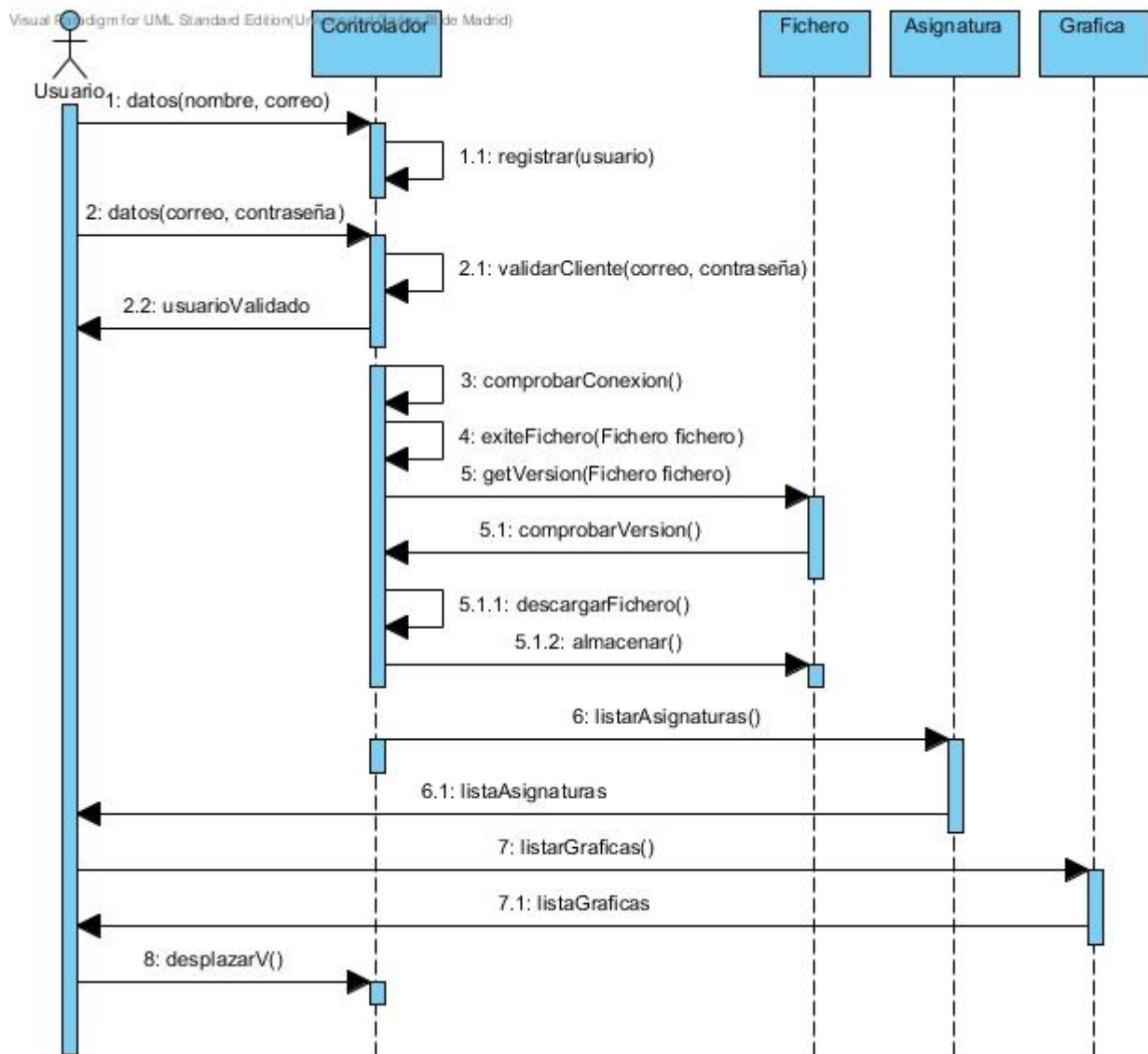


Figura 46: Diagrama de secuencia CU-06

- CU-08: Listar asignaturas: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista.



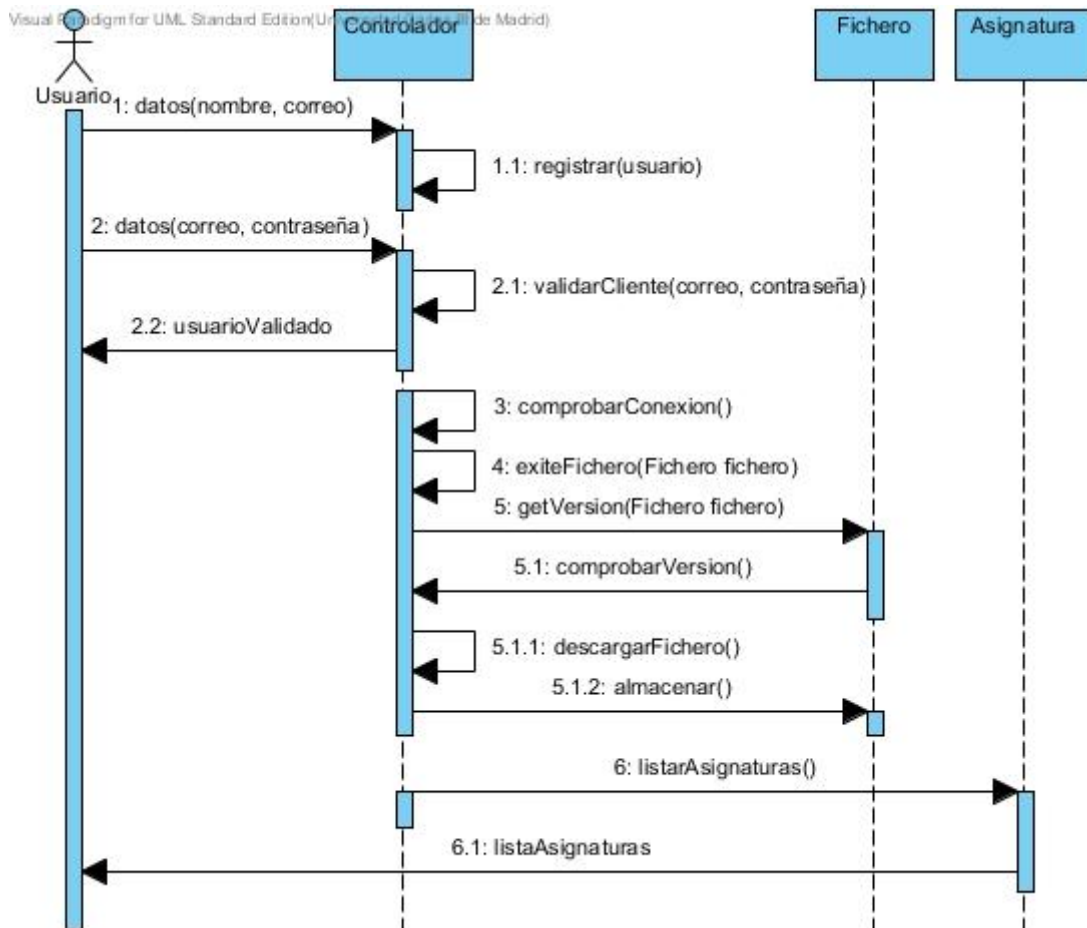


Figura 47: Diagrama de secuencia CU-08

- CU-09: Listar gráficas: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. Por último el usuario solicita las gráficas disponibles para la asignatura deseada.

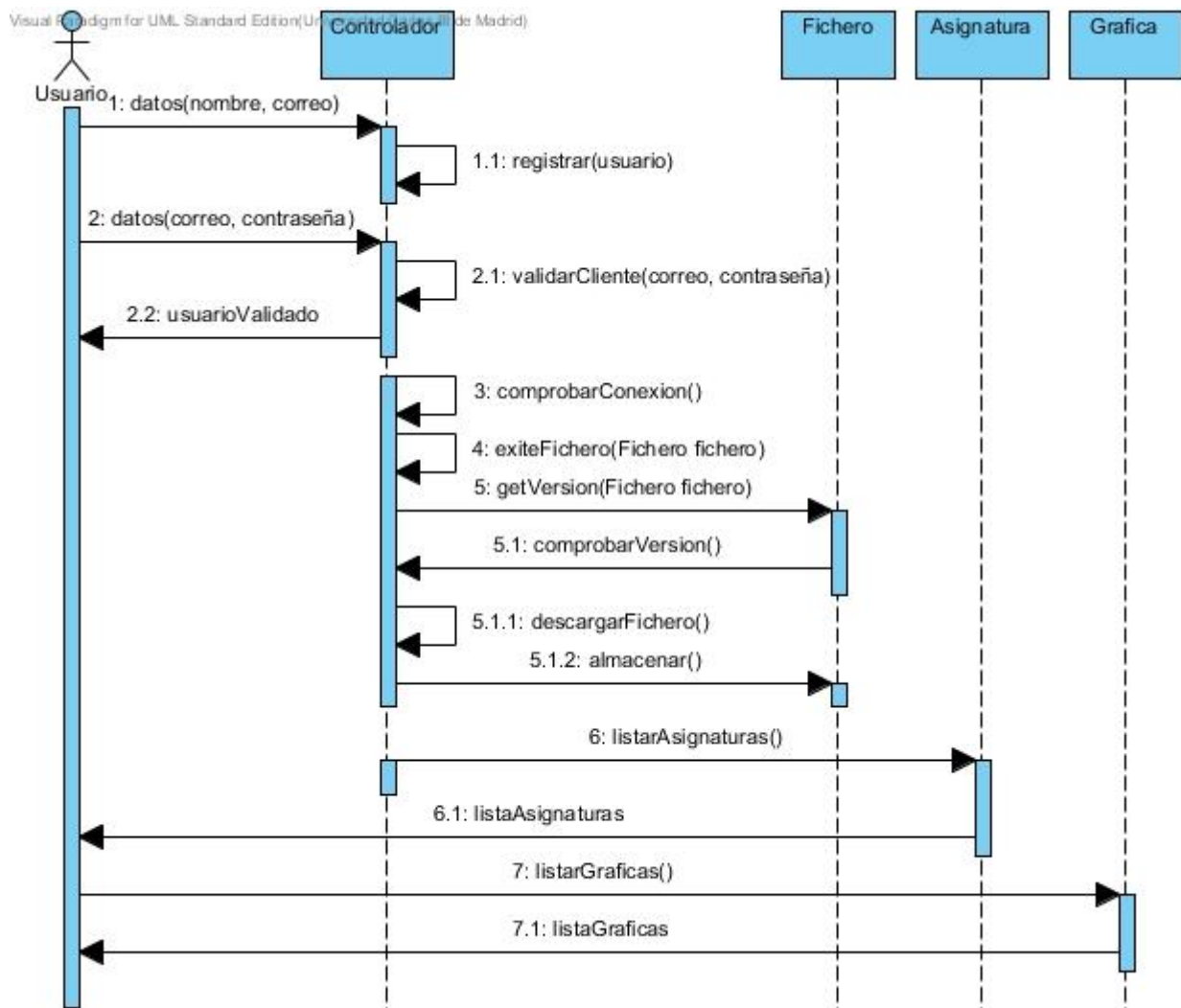


Figura 48: Diagrama de secuencia CU-09

- CU-05: Finalizar aplicación: El usuario solicita su registro en la aplicación especificando su nombre completo y dirección de correo electrónico. La aplicación valida los valores introducidos y los envía a la de la plataforma “Promise Livelearning”. Una vez que el usuario recibe la contraseña en el correo electrónico, solicita acceder a la aplicación introduciendo ambos datos (su dirección de correo y contraseña). La aplicación comprueba de que el usuario existe y le permite el acceso. Automáticamente, la aplicación comprueba que posee conexión a Internet, que contiene un fichero de datos en la memoria y que dicho fichero es la última versión existente. En caso de que no se trate de la última versión, lo descarga de la plataforma “Promise Livelearning” y lo almacena en memoria. La aplicación muestra de forma automática las distintas asignaturas que el usuario puede seleccionar en forma de lista. El usuario cierra la aplicación desde la pantalla principal.

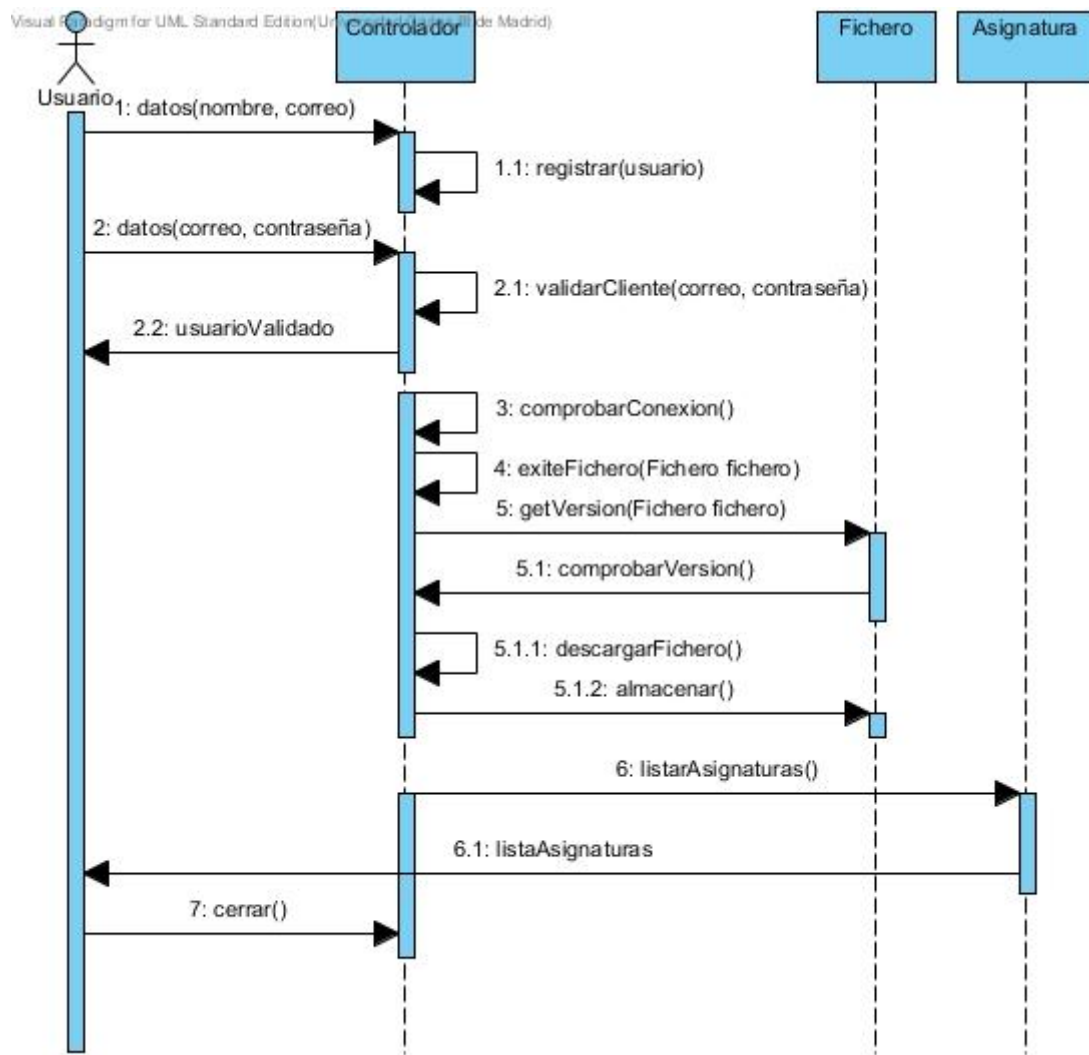


Figura 49: Diagrama de secuencia CU-05

## 3.11 Ejemplo de la aplicación desarrollada

A continuación se muestra el resultado final de la aplicación *EstadisticasSELUC3M* ejecutada en un dispositivo móvil Android:

- **Iniciar aplicación:** Para empezar a usar la aplicación es necesario seleccionar el icono de la misma situado en el listado de aplicaciones instaladas del dispositivo:

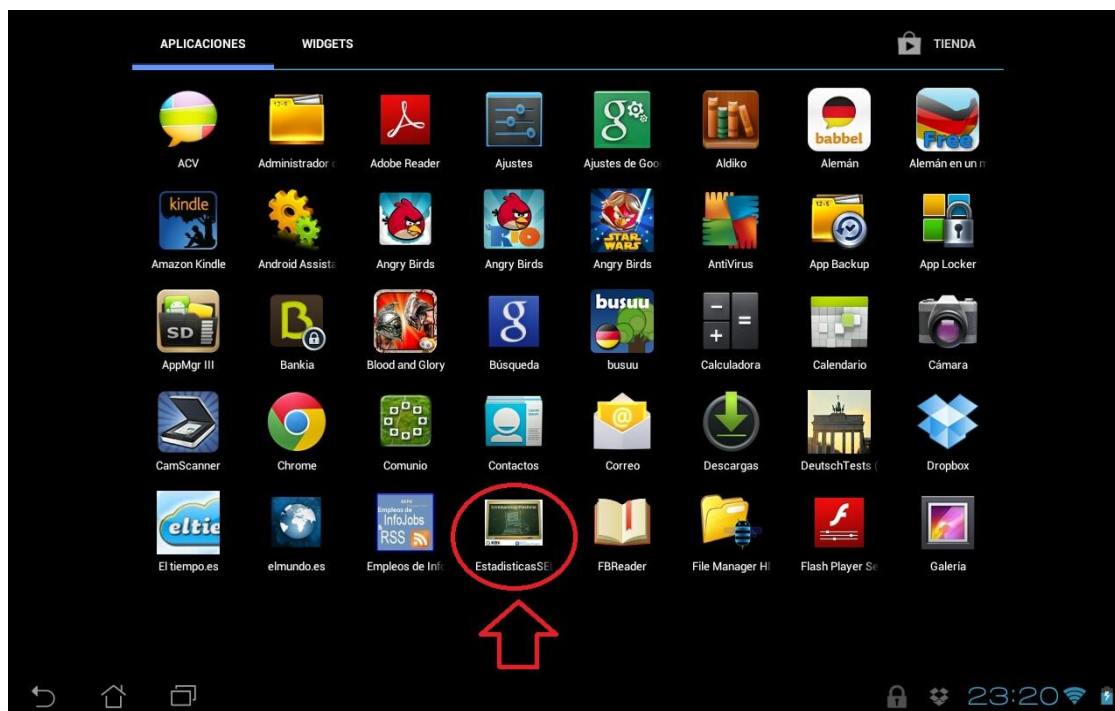


Figura 50: Lista de aplicaciones instaladas

- **Login:** Una vez accedido a la aplicación, lo primero que se nos muestra es la pantalla de login, donde se puede optar por identificarse, recuperar la contraseña si se le ha olvidado al usuario o registrarse si es la primera vez que va a usar la aplicación.

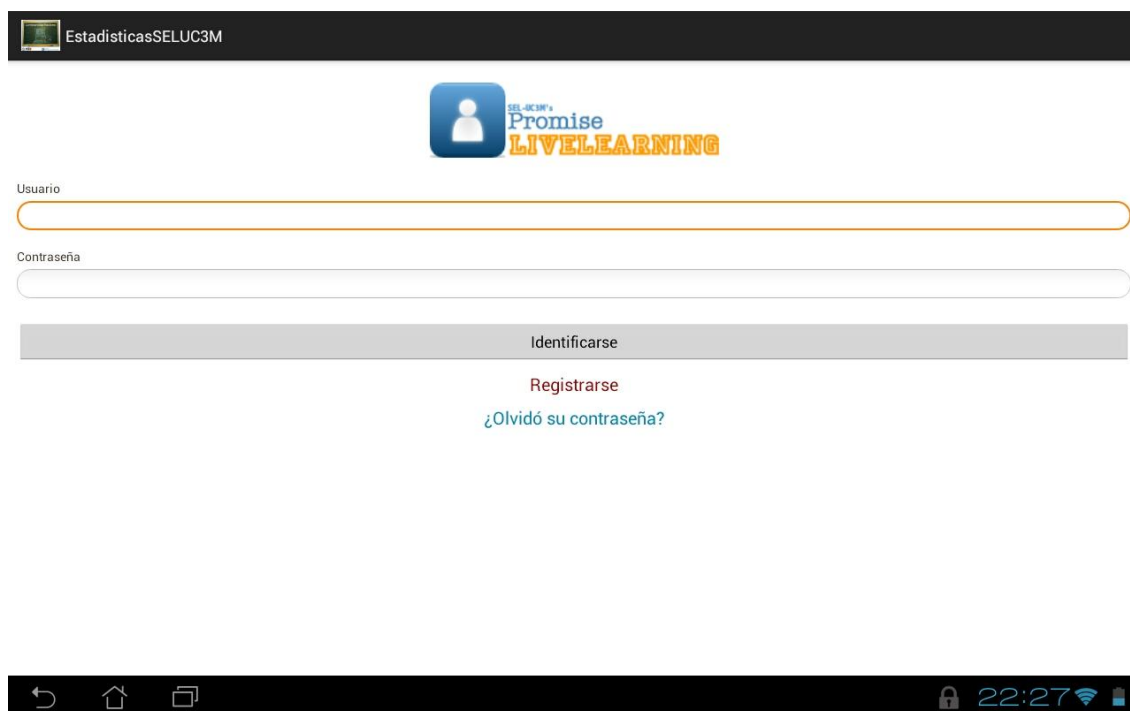


Figura 51: Pantalla de login

### 3.11 EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

- **Registro:** Para registrarse únicamente es necesario rellenar el nombre, el correo electrónico y pulsar el botón enviar. Actualmente no permite registrarse ya que el servicio Web que envía los datos de registro a la plataforma no está actualmente disponible.

EstadísticasSELUC3M

SEL-UC3M's  
Promise  
LIVELEARNING

Nombre  
Brais Gonzalez Castillo

Correo Electrónico  
100052679@alumnos.uc3m.es

Repetir Correo Electrónico  
100052679@alumnos.uc3m.es

Enviar

[¿Ya tienes cuenta? Login](#)

Error: Servicio actualmente no disponible

Figura 52: Pantalla de registro

- **Pantalla principal:** Una vez el usuario se ha identificado, los primero que se le muestra es una lista de las asignaturas disponibles.

EstadísticasSELUC3M

Seleccione una asignatura

Metodología del Desarrollo Visual

Metodología del Desarrollo

Desarrollo de Herramientas Informáticas de Productividad

Aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Empresa

¡Cerrar Sesión!

Figura 53: Pantalla principal

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

- **Tipos de gráficas:** Cuando el usuario pulsa sobre una de las asignaturas, se le muestra una lista con las diferentes gráficas que puede elegir para visualizar.

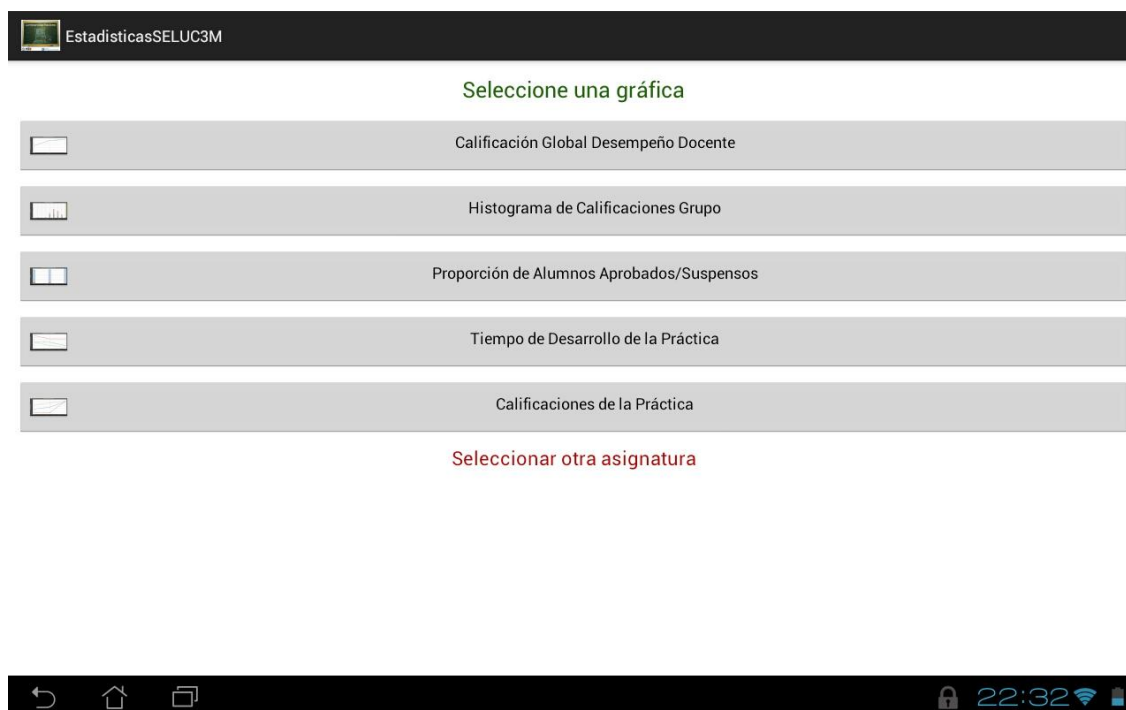


Figura 54: Lista de asignaturas

- **Clasificación global del desempeño docente:** En esta pantalla se muestra la información sobre la calificación global del desempeño docente obtenida en forma de gráfica de área.

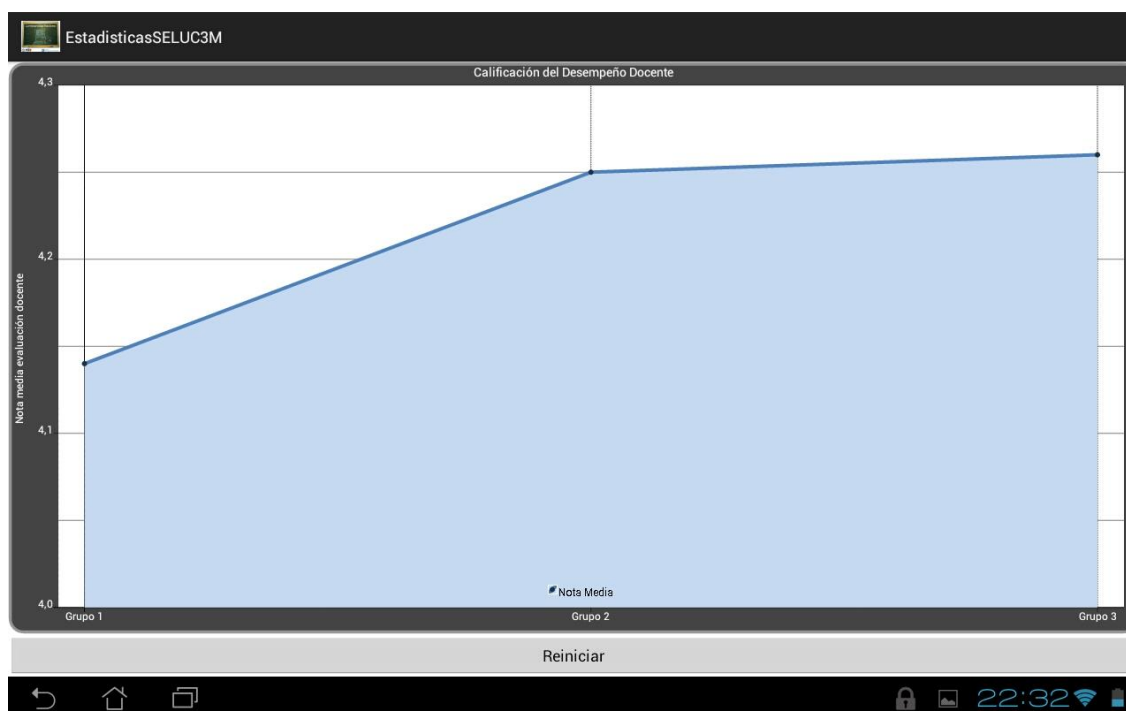


Figura 55: Clasificación global del desempeño docente

### 3.11 EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

Dicha gráfica, al igual que todas las implementadas, puede ser expandida y se puede navegar horizontalmente sobre la expansión.

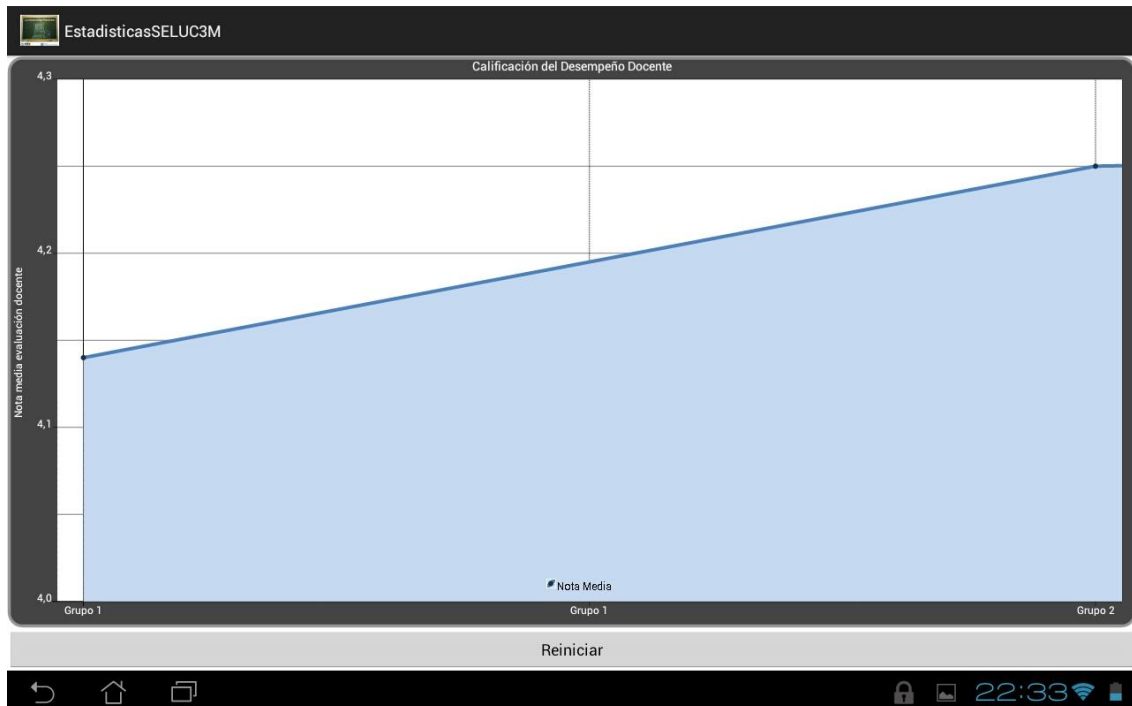


Figura 56: Clasificación global del desempeño docente expandida

- **Histograma de calificaciones de grupo:** En esta pantalla se muestran las calificaciones de grupo en forma de gráfica de barras.



Figura 57: Histograma de calificaciones de grupo

### CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

En esta gráfica, al mostrar más de una serie de datos, el usuario puede filtrar las que desee mediante los flags de la parte inferior.



*Figura 58: Histograma de calificaciones de grupo con filtro*

La pantalla desde la que se esté visualizando esta gráfica, como cualquier otra vista de la aplicación, puede ser rotada para que se muestre en disposición vertical u horizontal.



### 3.11 EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

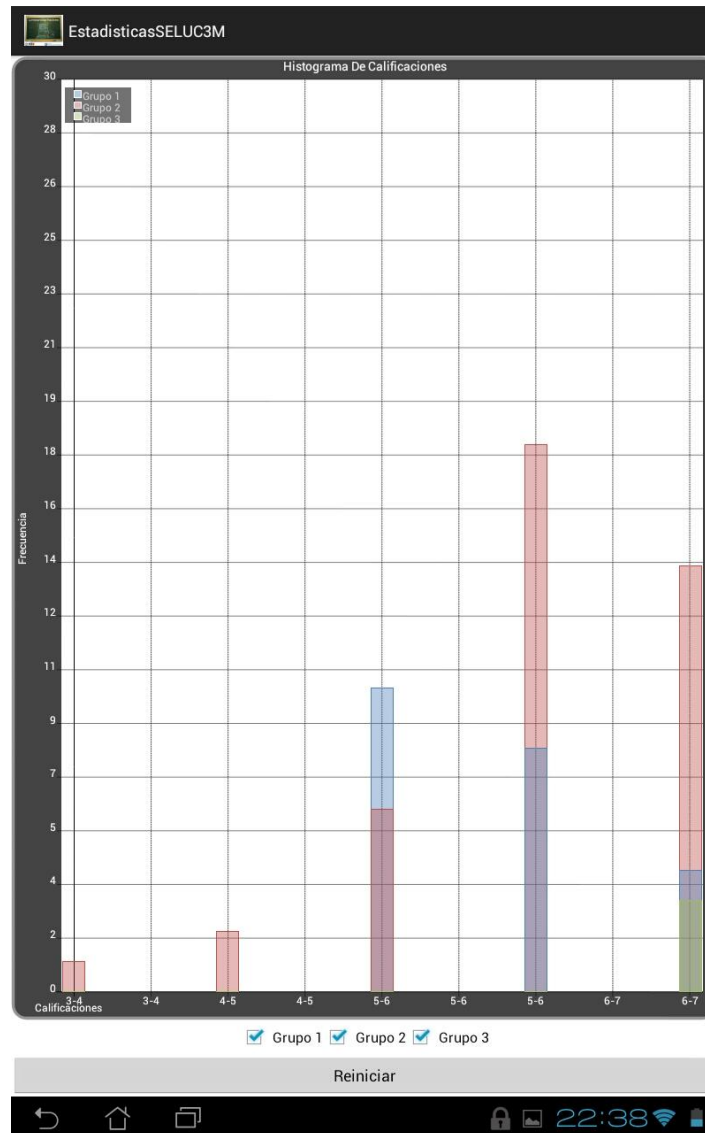


Figura 59: Histograma de calificaciones de grupo en vertical

- **Proporción de alumnos aprobados/suspensos:** En esta pantalla se muestra la proporción de alumnos aprobados y suspensos en forma de gráfica de barras.

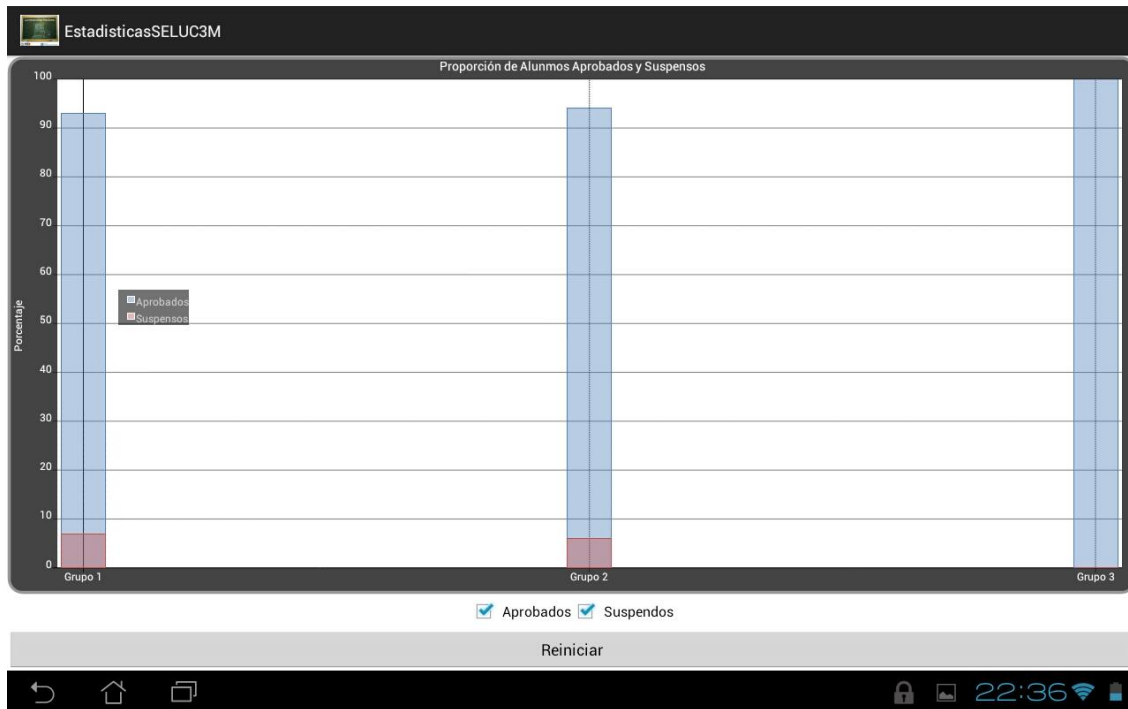


Figura 60: Proporción de alumnos aprobados/suspendos

- **Tiempo de desarrollo de la práctica:** En esta pantalla se muestra el tiempo de desarrollo de la práctica para cada una de las fases en forma de gráfica de líneas.

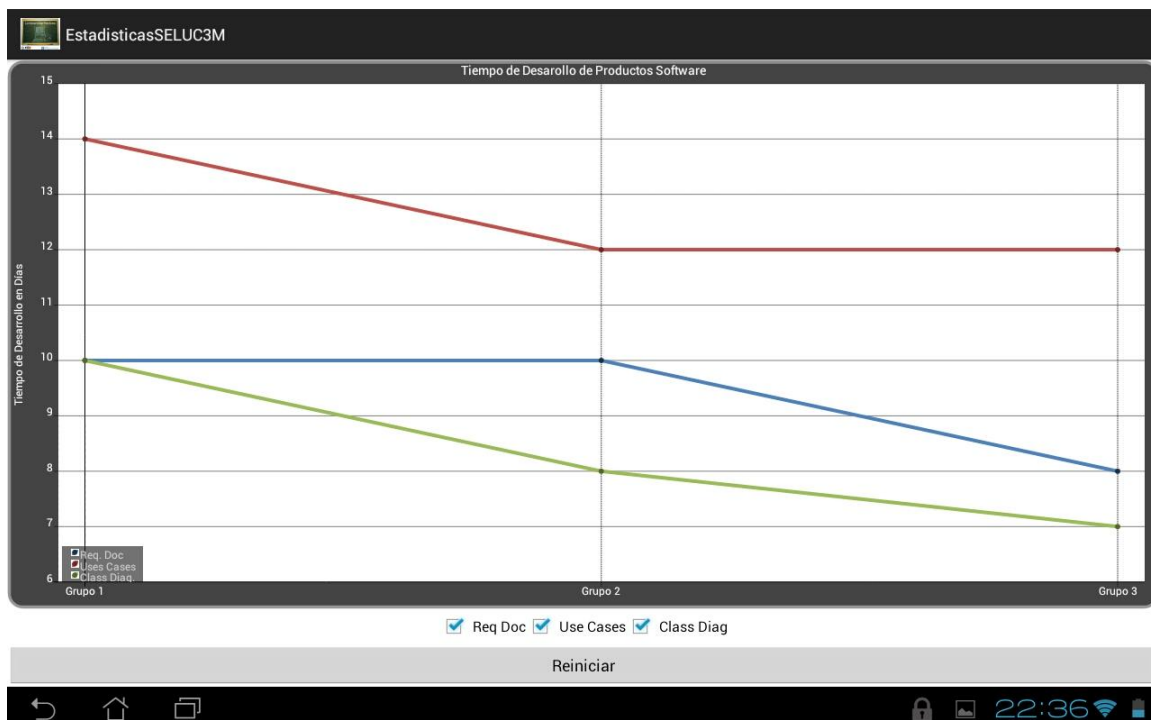


Figura 61: Tiempo de desarrollo de la práctica

Si se intenta desmarcar las tres series de datos, la aplicación dará un aviso de advertencia y no dejará desmarcar la última serie de datos.

### 3.11 EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

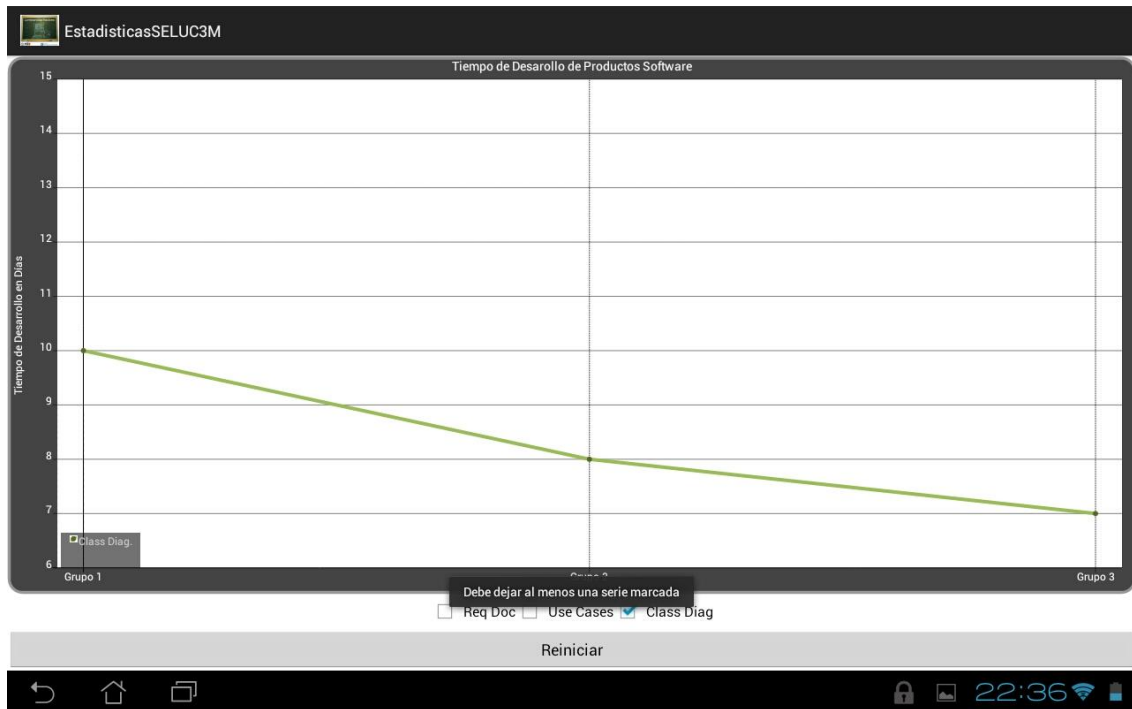


Figura 62: Error al desmarcar todos los datos

- **Calificaciones de la práctica:** En esta pantalla se muestran las calificaciones de la práctica para cada una de las fases en forma de gráfica de líneas.

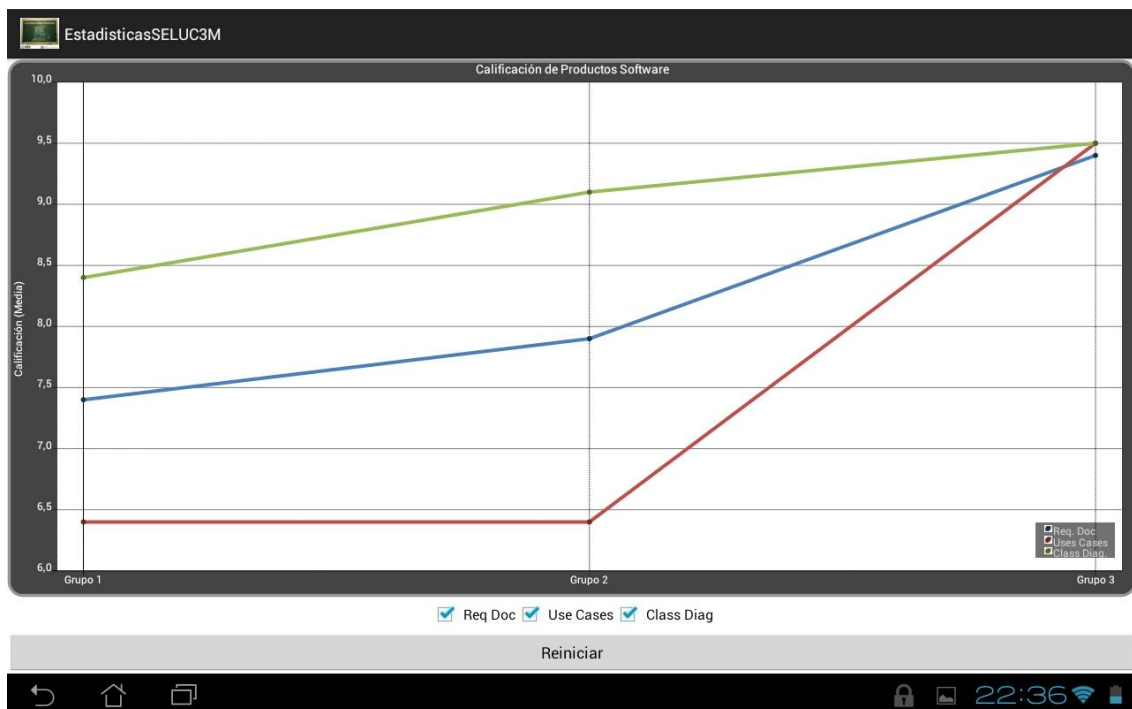


Figura 63: Calificaciones de la práctica



# Capítulo 4

## Presupuesto

### 4.1 Introducción

En este capítulo vienen desglosados los costes del proyecto, así como la duración del mismo. Para ello se ha dividido el coste en tres partes:

- Coste del personal.
- Coste del material.
- Coste total.

### 4.2 Duración del proyecto

Como se puede observar en el siguiente diagrama de Gantt, el proyecto comenzó de forma oficial el 29 de Octubre de 2010 y finalizó el día 10 de Febrero de 2013. Durante el transcurso de su realización no se ha podido llevar a cabo una jornada de trabajo estable debido a motivos laborales. El cómputo total de horas dedicadas a este proyecto ha sido de 1066 horas, por lo que a pesar de haberse demorado algo más de dos años, si se hubiese podido realizar una jornada de 40 horas semanales el proyecto se hubiese finalizado en seis meses.

## CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO

A continuación se muestran las distintas fases en las que se ha dividido el proyecto especificando la fecha de inicio, la fecha de fin y el número de horas dedicadas a cada una de las tareas:

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	Horas
1	Labor de Investigación	362 días	vie 29/10/10	dom 18/03/12		Brais González Castillo	462 horas
2	Diseño de la Aplicación	66 días	lun 19/03/12	lun 18/06/12	1	Brais González Castillo	90 horas
3	Implementación de la Aplicación	140 días	mar 19/06/12	lun 31/12/12	2	Brais González Castillo	185 horas
4	Modificaciones en el Diseño de la Aplicación	14 días	mié 02/01/13	dom 20/01/13		Brais González Castillo	29 horas
5	Documentación	597 días	vie 29/10/10	dom 10/02/13		Brais González Castillo	300 horas

Figura 64: Fases del proyecto

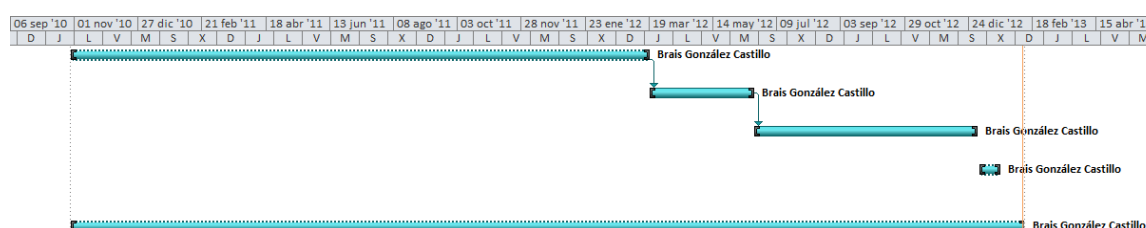


Figura 65: Diagrama de Gantt

### 4.3 Coste personal

En la siguiente tabla se detalla el coste personal del proyecto desglosado para cada una de las fases. El cálculo del coste se ha realizado en función de las horas dedicadas por parte de ingeniero informático que ha llevado a cado el proyecto estimando un salario de 15 euros la hora trabajada.

Fase	Horas	Coste	Recurso
Labor de Investigación	462	6930€	Brais González Castillo
Diseño de la Aplicación	90	1350€	Brais González Castillo
Implementación de la Aplicación	185	2775€	Brais González Castillo
Modificaciones en el Diseño de la Aplicación	29	435€	Brais González Castillo
Documentación	300	4500€	Brais González Castillo
<b>Coste Total del Personal</b>	<b>1066</b>	<b>15990€</b>	<b>Brais González Castillo</b>

Tabla 52: Coste personal del proyecto

## 4.4 Coste material

Para la realización del proyecto se han empleado los siguientes recursos materiales:

- Ordenador Personal con procesador Intel Core 2 Duo E8400 de 3GHz, 4 GB de memoria RAM, 1 TB de disco duro, tarjeta gráfica Nvidia GeForce 9600 GT con 1 GHz y monitor Philips 227ELH.
- Teléfono móvil HTC Wildfire S.
- Tableta Asus Eee Pad Transformer TF101.

En la siguiente tabla se muestra el coste de cada uno de los materiales empleados:

Recurso material	Coste
Ordenador Personal	500€
HTC Wildfire S	160€
Asus Eee Pad Transformer TF101	399€
<b>Coste Total del Material</b>	<b>1059€</b>

*Tabla 53: Coste material del proyecto*

## 4.5 Coste total

El presupuesto final del proyecto se obtiene sumando los costes personales y los costes materiales:

Tipo de Coste	Coste
Coste del Personal	15990€
Coste del Material	1059€
<b>Coste Total</b>	<b>17049€</b>

*Tabla 54: Presupuesto final*

Por lo tanto, el presupuesto final del proyecto asciende a 17049€ con impuestos incluidos.





# Capítulo 5

## Conclusiones

### 5.1 Conclusiones

Al comienzo de este proyecto se establecieron una serie de objetivos, los cuales se han cumplido de manera satisfactoria, por lo que ha llegado el momento de realizar un balance de los resultados y comentar las conclusiones obtenidas:

- **Conocer las características de las principales plataformas móviles.**

Durante el desarrollo del presente proyecto se ha ido obteniendo un amplio conocimiento de los tres principales sistemas operativos que utilizan actualmente los dispositivos móviles más en auge en el mercado tales como teléfonos inteligentes y tabletas.

Tras un primer estudio en el que se determinó a Android, iOS y Windows Phone como los tres principales sistemas móviles, se realizó una amplia investigación sobre las características, versiones, arquitecturas, ventajas... de cada uno de ellos. Para dicho estudio se empleó tanto la documentación que ofrecen a los desarrolladores los tres fabricantes (Google, Apple y Microsoft), como blogs, foros, noticias, artículos, eventos y demás publicaciones para poder profundizar lo máximo posible en cada una de las plataformas.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado, se puede afirmar que los tres sistemas móviles poseen un gran futuro, sin embargo se seleccionó Android para la construcción de la aplicación por los siguientes motivos:

- Es software libre, lo que permite desarrollar aplicaciones sin necesidad de comprar una licencia.
- Desde su creación, ha experimentado un gran crecimiento, el cual sigue aumentando cada día [82].
- Tiene el respaldo de importantes empresas de tecnología tales como Samsung, LG, HTC, etc.
- El filtro que se realiza por parte de Google Play es mucho menor que el realizado por ejemplo por la App Store, de manera que existen más posibilidades de publicar la aplicación desarrollada en Android.

- **Estudiar librerías para la creación de gráficas.**

Como se puede ver en el capítulo 3: *Descripción de la aplicación*, varios de los requisitos de capacidad definidos para la aplicación son referentes a la creación de gráficas estadísticas. Por lo que tras verificar que no existían librerías nativas de Android que permitiesen realizar dicha funcionalidad, se realizó un estudio de las principales librerías desarrolladas por terceros que permiten construir gráficas. De entre las cinco librerías estudiadas se seleccionó Androidplot para emplearla en la aplicación porque de entre sus características destacan:

- Adaptación a cualquier tamaño de pantalla.
- Compatible con todas las versiones de Android desde la 1.6.
- Se emplea en más de 500 aplicaciones distintas disponibles en el Android Market.
- Actualmente los desarrolladores de la librería siguen trabajando en nuevas versiones.
- Posee un foro de discusión activa donde participan los propios desarrolladores.

- **Desarrollar una aplicación completa sobre la plataforma móvil seleccionada.**

Tras cumplir con los objetivos anteriores y seleccionar el sistema Android como la plataforma móvil donde construir nuestra aplicación, se procedió al desarrollo completo de la misma.

*EstadísticasSELUC3M* muestra en dispositivos Android a través de gráficas estadísticas la información obtenida de la plataforma “Promise Livelearning”, permitiendo de esta manera a los docentes monitorizar el desempeño académico de los alumnos de las diversas asignaturas del laboratorio de Ingeniería del Software de la Universidad Carlos III de Madrid durante el desarrollo de las actividades de evaluación continua que se proponen a lo largo del curso académico.

El diseño se ha llevado a cabo siguiendo el método Craig Larman, el cual permite realizar un desarrollo iterativo, incremental y dirigido por casos de uso. Este enfoque nos ha permitido tomar en cada iteración un subconjunto de los requisitos agrupados en casos de uso y llevarlos a través del análisis y el diseño

hasta la implementación y las pruebas. La utilización de este método orientado a objetos junto con el empleo de UML, ha simplificado el proceso de creación de la aplicación facilitando la transición entre el diseño y la implementación.

Cabe destacar que el servicio Web que debe facilitar los datos a la aplicación Android no está actualmente disponible, por lo que *EstadísticasSELUC3M* se entrega como un prototipo funcional donde los datos se obtienen de un fichero interno construido a partir de la información proporcionada por el tutor del proyecto.

Como conclusión final se puede indicar que se han cumplido todos los objetivos planteados al inicio del proyecto. Se ha realizado una documentación completa sobre las plataformas móviles más relevantes del mercado y se ha construido una aplicación en Android de principio a fin obteniendo provecho de dicho sistema dentro del ámbito de la enseñanza, donde todo su diseño e implementación se han documentado de manera conveniente siguiendo el método Craig Larman.

## 5.2 Líneas Futuras

Se proponen los siguientes puntos como líneas futuras de trabajo:

- Completar la documentación sobre las plataformas móviles añadiendo las nuevas versiones que vayan surgiendo en el mercado y ampliar el actual estudio incluyendo el sistema BlackBerry.
- Finalizar la implementación de la conexión con el servicio Web una vez esté disponible, para que los usuarios se validen directamente con la plataforma “Promise Livelearning” y se obtengan los datos del resto de asignaturas del laboratorio de Ingeniería del Software de la Universidad Carlos III de Madrid gracias a Chamilo.
- Actualizar *EstadísticasSELUC3M* con las nuevas versiones que surjan de la librería androidplot para incluir nuevos tipos de gráficas y nuevas funcionalidades como la inserción de etiquetas con el valor correspondiente sobre cada punto de datos XY.
- Construir la aplicación *EstadísticasSELUC3M* sobre cada una de las plataformas móviles incluidas en el estudio para obtener una mejor comparativa.



# Referencias

- [1] comScore, Inc. *El acceso a mapas desde smartphones crece siete veces más que a través de ordenadores en los principales países europeos*  
<[http://www.comscore.com/esl/Press\\_Events/Press\\_Releases/2012/5/EU5\\_Map\\_Usage\\_via\\_Smartphone\\_Growing](http://www.comscore.com/esl/Press_Events/Press_Releases/2012/5/EU5_Map_Usage_via_Smartphone_Growing)>
- [2] Altran (Septiembre 2012). *Evolución del macro-sector de las Telecomunicaciones en España 2012-2015*  
<<http://admin.altran.es/fileadmin/medias/ES.altran.es/documents/Ecosistema/EvolucionTelecomunicaciones2012-2015.pdf>>
- [3] Android Developers. *What is Android?*  
<<http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>>
- [4] Android Developers. *Android 1.5 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-1.5-highlights.html>>
- [5] Android Developers. *Android 1.6 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-1.6-highlights.html>>
- [6] Android Developers. *Android 2.0 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-2.0-highlights.html>>
- [7] Android Developers. *Android 2.2 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-2.2-highlights.html>>
- [8] Android Developers. *Android 2.3 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-2.3-highlights.html>>
- [9] Android Developers. *Android 3.0 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-3.0-highlights.html>>
- [10] Android Developers. *Android 4.0 Plataforma Highlights*  
<<http://developer.android.com/sdk/android-4.0-highlights.html>>
- [11] Android Developers. *Android 4.1 for Developers*  
<<http://developer.android.com/intl/es/about/versions/jelly-bean.html>>
- [12] Android Developers. *Plataforma Versions*  
<<http://developer.android.com/resources/dashboard/platform-versions.html>>

## REFERENCIAS

- [13] Google. *Architecture Overview*  
<<http://www.youtube.com/watch?gl=ES&hl=es&v=QBGfUs9mQYY>>
- [14] Apple. *iPhone 4 – FaceTime, Retina display, and more feactures*  
<<http://www.apple.com/iphone/features/>>
- [15] Wikipedia. *iOS version history*  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/IOS\\_version\\_history](http://en.wikipedia.org/wiki/IOS_version_history)>
- [16] iPhoneFan. *iPhone OS 3.0*  
<<http://iphonefan.com/blog/2009/03/17/iphone-os-30-este-verano/>>
- [17] Apple Developer. *What's New in iOS 4*  
<<http://developer.apple.com/technologies/ios/whats-new.html>>
- [18] Apple (España). *Actualización de software iOS 4.2*  
<<http://www.apple.com/es/ios/>>
- [19] Apple (España). *Actualización de software iOS 4.3*  
<<http://www.apple.com/es/ios/>>
- [20] Apple (España). *Actualización de software iOS 5*  
<<http://www.apple.com/es/ios/>>
- [21] Apple (España). *Actualización de software iOS 6*  
<<http://www.apple.com/es/ios/>>
- [22] Apple INC. (2010). Chapter 1: About iOS Development. *The iOS Technology Overview*.
- [23] Apple INC. (2010). Chapter 5: Core OS Layer. *The iOS Technology Overview*.
- [24] Apple INC. (2010). Chapter 4: Core Services Layer. *The iOS Technology Overview*.
- [25] Apple INC. (2010). Chapter 3: Media Layer. *The iOS Technology Overview*.
- [26] Apple INC. (2010). Chapter 2: Cocoa Touch Layer. *The iOS Technology Overview*.
- [27] Windows Phone. *Windows Phone 7*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/ff621433.aspx>>
- [28] Eduardo Ortega (2010). *Introducción al desarrollo de aplicaciones con Windows Phone 7*  
<<http://www.mobilenug.com/descargas/Descargas/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2Fdescargas%2FDescargas%2FEventos&View={F54FCD62-3BC4-46D7-9ADC-FECCA700B387}>>>
- [29] Eduardo Ortega (2010). *Desarrollo de aplicaciones para Windows Phone 7 (I y II)*  
<<http://imaginemobile.es/blog/2010/08/09/WEBCASTDesarrolloDeAplicacionesIYII.aspx>>

- [30] Windows Phone. *Arquitectura de la plataforma de desarrollo*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/gg598291>>
- [31] Eduardo Ortega e Isabel Gomez (2010). *Arquitectura de la Plataforma de Desarrollo de Windows Phone 7*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/ff765011.aspx>>
- [32] Windows Phone. *Portal de servicios para desarrolladores*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/ff621484.aspx>>
- [33] Windows Phone. *Markerplace*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/gg598335>>
- [34] Juan Carlos (2011). *Android alcanza una cuota de mercado del 37 % en Estados Unidos*  
<<http://www.xatakandroid.com/mercado/android-alcanza-una-cuota-de-mercado-del-37-en-estados-unidos>>
- [35] Robin Wauters (2011). *There Are Now More Free Apps For Android Than For The iPhone: Distimo*  
<<http://techcrunch.com/2011/04/27/there-are-now-more-free-apps-for-android-than-for-the-ios-platform-distimo/>>
- [36] A Data Dive – Forbes. *Do iOS Apps Crash More Than Android Apps?*  
<<http://www.crittercism.com/>>
- [37] Crittercism. *Crash Reports for iOS and Android Mobile App Developers*  
<<http://developer.android.com/sdk/index.html>>
- [38] Android Developers. *Android SDK*  
<<http://developer.android.com/sdk/index.html>>
- [39] Apple Developer. *Download Xcode 4*  
<<http://developer.apple.com/technologies/xcode.html>>
- [40] Windows Phone. *Herramientas de desarrollo*  
<<http://msdn.microsoft.com/es-es/windowsphone/gg598298>>
- [41] achartengine. *News*  
<<http://www.achartengine.org/>>
- [42] achartengine. *The AChartEngine 0.7.0 javadoc documentation*  
<<http://code.google.com/p/achartengine/downloads/detail?name=achartengine-0.7.0-javadocs.zip&can=2&q=>>>
- [43] achartengine. *achartengine-0.7.0-demo-source.zip*  
<<http://code.google.com/p/achartengine/downloads/detail?name=achartengine-0.7.0-demo-source.zip&can=2&q=>>>

## REFERENCIAS

- [44] Boinc Echo. *SlideME*  
<<http://slideme.org/en/application/boinc-echo>>
- [45] AndroidPIT. *aBioharness*  
<<http://www.androidpit.com/en/android/market/apps/app/com.advpkt.aBioharness/aBioharness>>
- [46] Bikeroute.  
<<http://bikeroute.nanosheep.net/>>
- [47] Android Market. *Path Tracking*  
<[https://market.android.com/details?id=com.pathtracker&feature=search\\_result](https://market.android.com/details?id=com.pathtracker&feature=search_result)>
- [48] Android Market. *Ultimate Weight Watcher Diary*  
<<https://market.android.com/details?id=com.fenlander.pointcalculatorplus&feature=top-paid>>
- [49] Android Market. *Drop and Give Me Twenty! DGMT!*  
<<https://market.android.com/details?id=com.kinnack.nthings>>
- [50] Android Market. *Analytix for Google Analytics*  
<<https://market.android.com/details?id=com.dibbus.analytix>>
- [51] Grupos de Google. *AchartEngine*  
<<http://groups.google.com/group/achartengine>>
- [52] AndroidPlot. *Home*  
<<http://androidplot.com/wiki/Home>>
- [53] AndroidPlot. *AndroidPlot 0.4.4*  
<[http://androidplot.com/wiki/AndroidPlot\\_0.4.4](http://androidplot.com/wiki/AndroidPlot_0.4.4)>
- [54] AndroidPlot. *A Simple XYPlot*  
<[http://androidplot.com/wiki/A\\_Simple\\_XYPlot](http://androidplot.com/wiki/A_Simple_XYPlot)>
- [55] Android Market. *Skoltialert*  
<<https://market.android.com/details?id=com.alcubier.skoltialert>>
- [56] Android Market. *SmartTracker*  
<<https://market.android.com/details?id=org.fla.smarttracker>>
- [57] Android Market. *WISDM SensorCollector 3.0*  
<<http://market.android.com/details?id=edu.fordham.cis.wisdm.sensorcollector.client>>
- [58] Android Market. *Car Maintenance Reminder Pro*  
<<https://market.android.com/details?id=com.cooloy.OilChangeSchedulePro&hl=es>>
- [59] Android Market. *One Hundred Eighty*  
<<https://market.android.com/details?id=de.bhurling.onehundredeighty>>



- [60] Android Market. *Cash Flow Droid*  
<<https://market.android.com/details?id=com.lecodroid.cashflow>>
- [61] AndroidPlot. *Forum*  
<<http://androidplot.com/forum/>>
- [62] Google Project Hosting. *Native Chart Engine For Android*  
<<http://code.google.com/p/chartdroid/>>
- [63] chartdroid. *Interface Specification*  
<<http://code.google.com/p/chartdroid/wiki/InterfaceSpecification>>
- [64] chartdroid. *Chart Features*  
<<http://code.google.com/p/chartdroid/wiki/ChartFeatures>>
- [65] Kanji Tutor  
<<http://sites.google.com/site/droidful/my-apps/kanji-tutor>>
- [66] BettrFlickr  
<<http://sites.google.com/site/bettrflickr/>>
- [67] Tie Your Money  
<<http://www.tieyourmoney.com/>>
- [68] Evolve  
<<http://www.evolve.dk/?page=applications>>
- [69] Grupos de Google. *Native ChartDroid Users*  
<<http://groups.google.com/group/chartdroid-users?pli=1>>
- [70] Google Project Hosting. *afreechart - Graphing/Charting library for Android*  
<<http://code.google.com/p/afreechart/>>
- [71] afreechart. *Generated Documentation*  
<<http://afreechart.googlecode.com/svn/doc/javadocs/index.html>>
- [72] afreechart. *Downloads - afreechart*  
<<http://code.google.com/p/afreechart/downloads/list>>
- [73] JFreeChart.  
<<http://www.jfree.org/jfreechart/>>
- [74] afreechart. *Comment Page - afreechart*  
<<http://code.google.com/p/afreechart/wiki/CommentPage>>
- [75] Google Project Hosting. *charts4j - Let the computer in the cloud build your charts*  
<<http://code.google.com/p/charts4j/>>
- [76] charts4j. *Generated Documentation*  
<<http://charts4j.googlecode.com/svn/tags/v1.2/doc/index.html>>

## REFERENCIAS

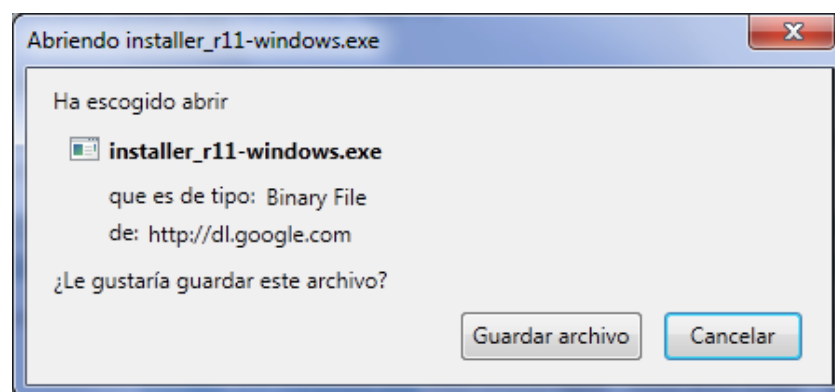
- [77] charts4j. *Downloads - charts4j*  
<<http://code.google.com/p/charts4j/downloads/list>>
- [78] AndroidPlot. *Compatibility*  
<<http://androidplot.com/wiki/Compatibility>>
- [79] Promise Livelearning Platform. *Software Engineerin Lab (SEL-UC3M)*  
<<http://livelearning.sel.inf.uc3m.es/>>
- [80] Chamilo. *open source e-learning and collaboration software*  
<<http://www.chamilo.org/>>
- [81] Promise-PPL (Product Patterns Library). *Método de Craig Larman*.  
<[http://kovachi.sel.inf.uc3m.es/800-spanish/Metodos\\_y\\_Modelos/Metodo\\_de\\_Craig\\_Larman](http://kovachi.sel.inf.uc3m.es/800-spanish/Metodos_y_Modelos/Metodo_de_Craig_Larman)>
- [82] Gizmología. *Saturación del mercado de Android prevista para el 2013*.  
<<http://gizmologia.com/2013/01/saturacion-del-mercado-de-android>>
- [83] Android Developers. *Download the Android SDK*.  
<<http://developer.android.com/sdk/index.html>>
- [84] Oracle. *Java SE Downloads*  
<<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>>
- [85] Eclipse Downloads. *Packages*  
<<http://www.eclipse.org/downloads/>>
- [86] Android Developers. *Installing the SDK*  
<<http://developer.android.com/sdk/installing.html>>
- [87] App Hub. *Home*  
<<http://create.msdn.com/en-US/>>
- [88] Windows Phone Developer Tools  
<<http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=185584>>
- [89] Android Developers. *Creating an AVD*  
<<http://developer.android.com/tools/devices/managing-avds.html#createavd>>
- [90] Android Developers. *Hello, World*  
<<http://developer.android.com/resources/tutorials/hello-world.html>>
- [91] Windows Phone. *Características de Windows Phone*  
<<http://www.windowsphone.com/es-es/features>>

# Anexos

## 7.1 Instalación entorno de desarrollo Android

### 7.1.1 Descargar SDK

Para descargar el SDK se debe acceder a la página oficial de desarrollo de Android [83] y obtener la versión correspondiente. En este caso se ha seleccionado el ejecutable recomendado para la versión Windows.



*Figura 66: Ejecutable SDK Android*

Una vez descargado el ejecutable, hay que instalarlo, para lo cual únicamente es necesario ejecutarlo y seleccionar una ruta de instalación.

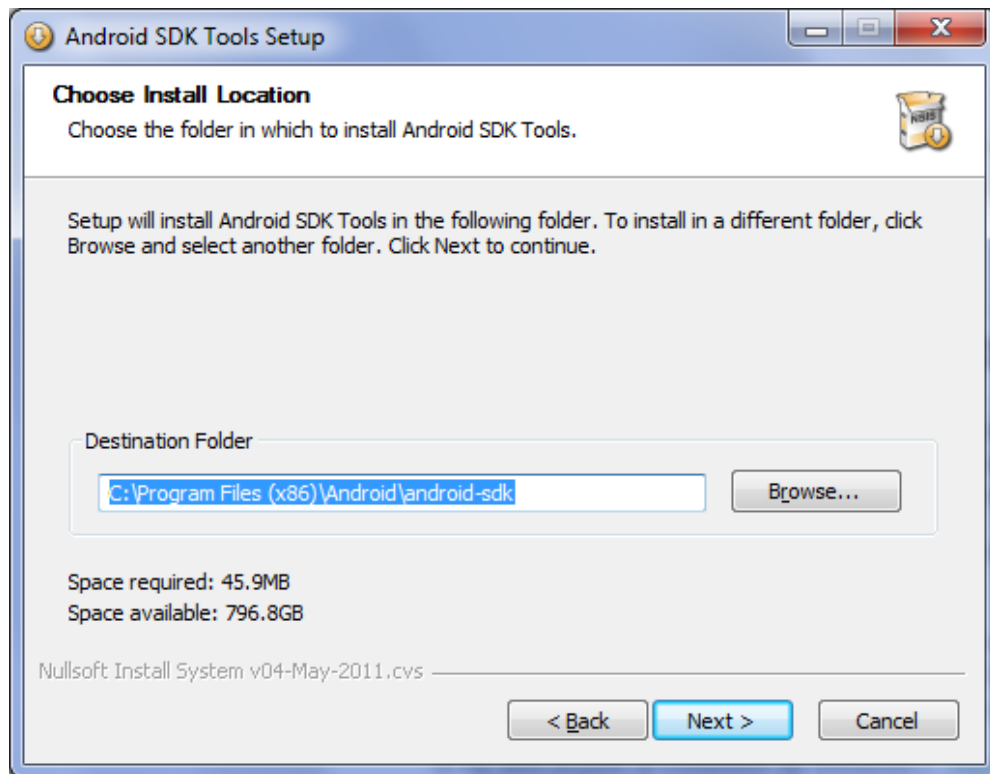


Figura 67: Instalar SDK

## 7.1.2 Descargar JDK

Para poder desarrollar en Android, es necesario tener instalado la plataforma Java JDK\* que se puede obtener desde la página Web de Oracle [84].

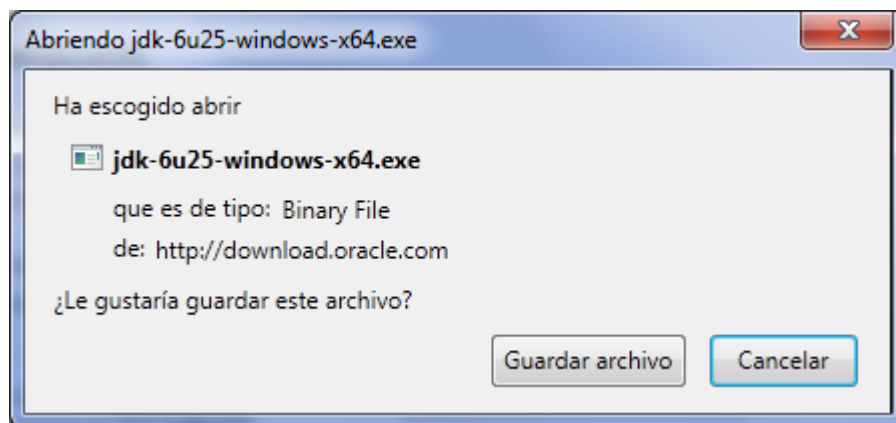


Figura 68: Ejecutable JDK

Al tratarse de un ejecutable como el del SDK, únicamente es necesario ejecutarlo y modificar la ruta de instalación si se desea.

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

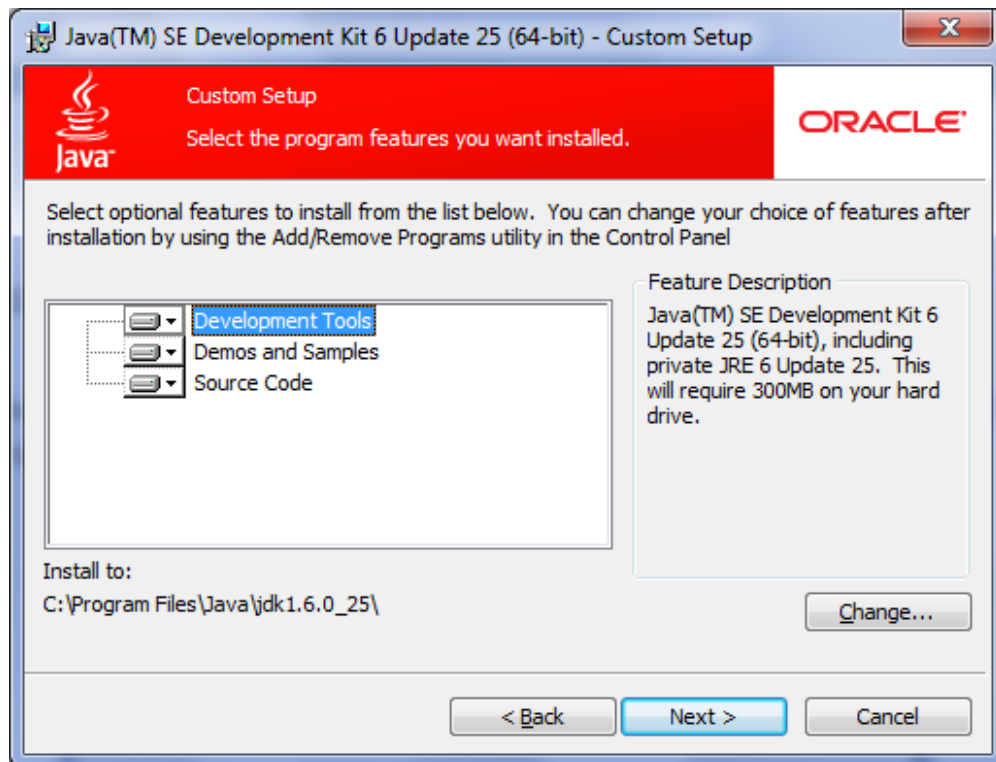


Figura 69: Instalar JDK

### 7.1.3 Descargar Eclipse

En la Web de descargas de Eclipse [85] se ofrecen multitud de versiones del entorno de desarrollo dependiendo de las necesidades del desarrollador. En concreto para este proyecto se ha descargado la versión Eclipse Indigo 3.7.2.

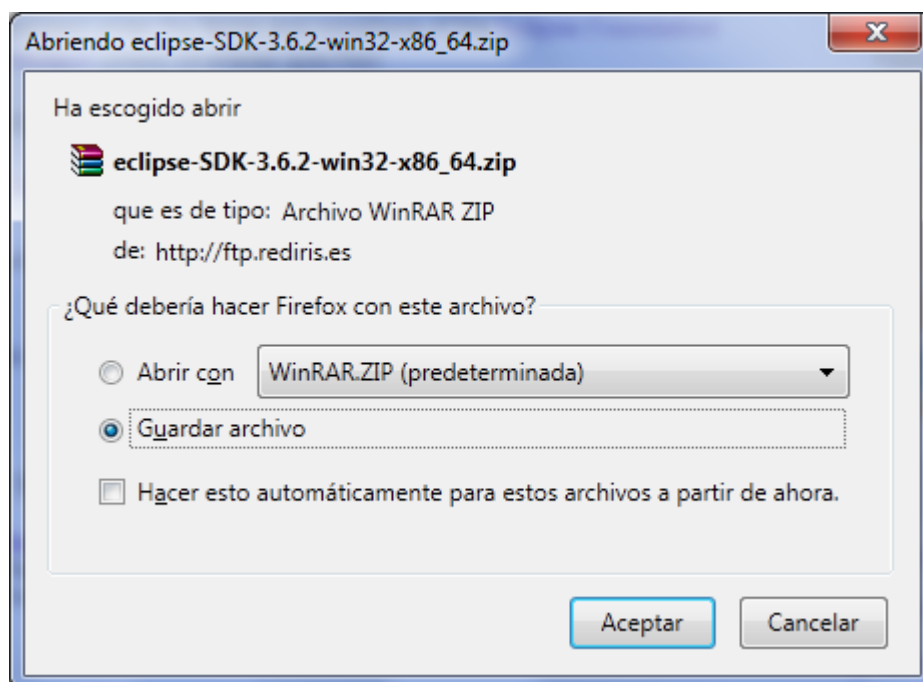


Figura 70: Eclipse Classic

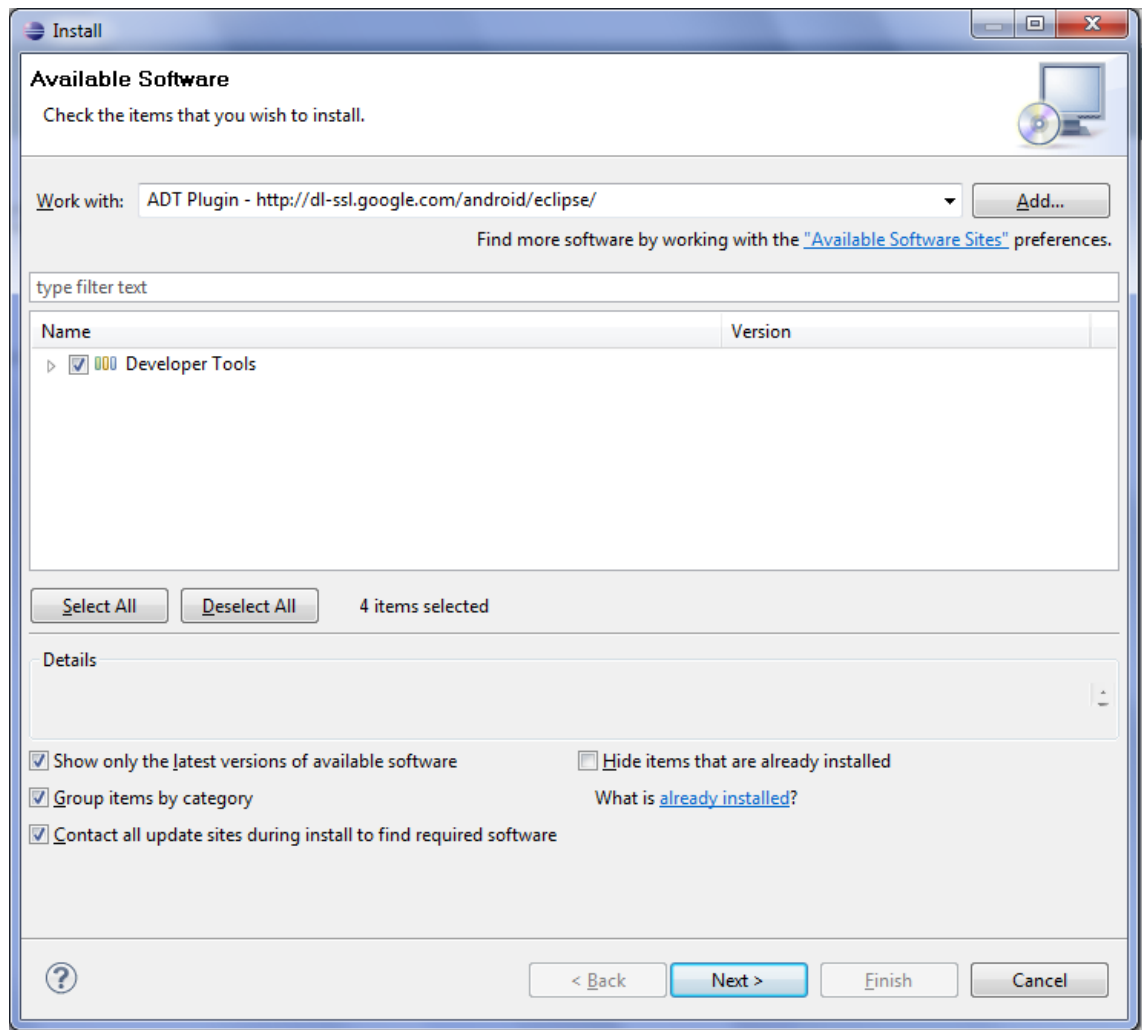
Una vez descargado Eclipse, no es necesario instalarlo, únicamente hay que descomprimir el archivo descargado y pulsar sobre el ejecutable para abrir la aplicación. La primera vez que se inicia la aplicación se requiere especificar una ruta donde se almacenarán por defecto todos los proyectos que se desarrollen denominada Workspace.

### 7.1.4 Configurar entorno de desarrollo

Una vez que poseemos todos los elementos necesarios para poder desarrollar una aplicación Android, es necesario configurar nuestro entorno de desarrollo, para ello primero es necesario instalar el complemento de Android, ADT [86] (Android Development Tools), el cual facilita la creación, implantación y depuración de los proyectos. Para instalarlo en Eclipse, es necesario seguir las siguientes indicaciones:

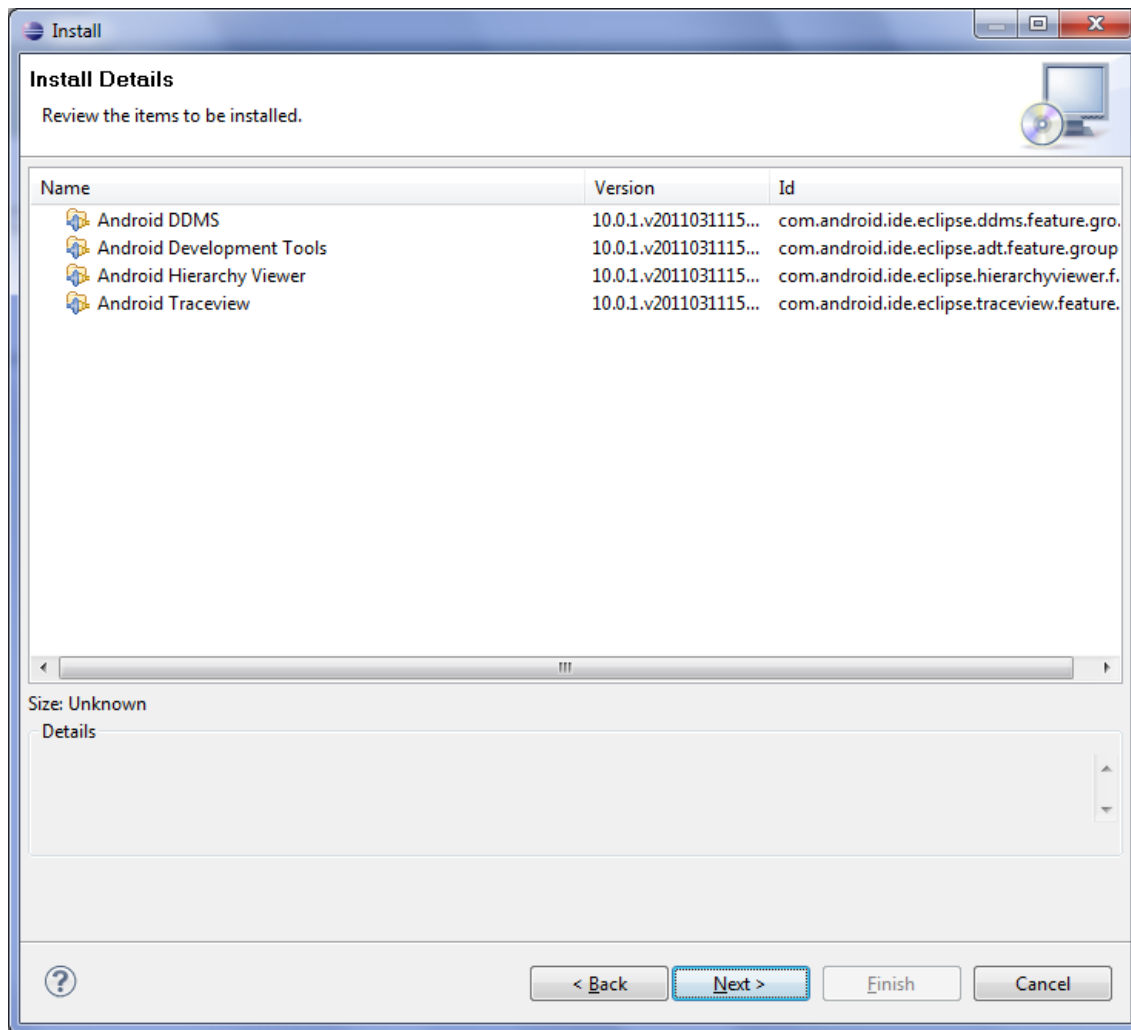
- Seleccionar **Help -> Install New Software...**
- Seleccionar **Add**, en la esquina superior derecha.
- En la ventana que aparece, introducir "ADT plugin" para el nombre y la dirección URL <https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/> para la localización y seleccionar **OK**.
- En el cuadro de diálogo del software disponible, seleccionar el checkbox **Developer Tools** y seleccionar **Next**.

## 7.1 INSTALACIÓN ENTORNO DE DESARROLLO ANDROID



*Figura 71: Descargar ADT I*

- En la siguiente ventana se muestra una lista de las herramientas a descargar. Seleccionar **Next**.

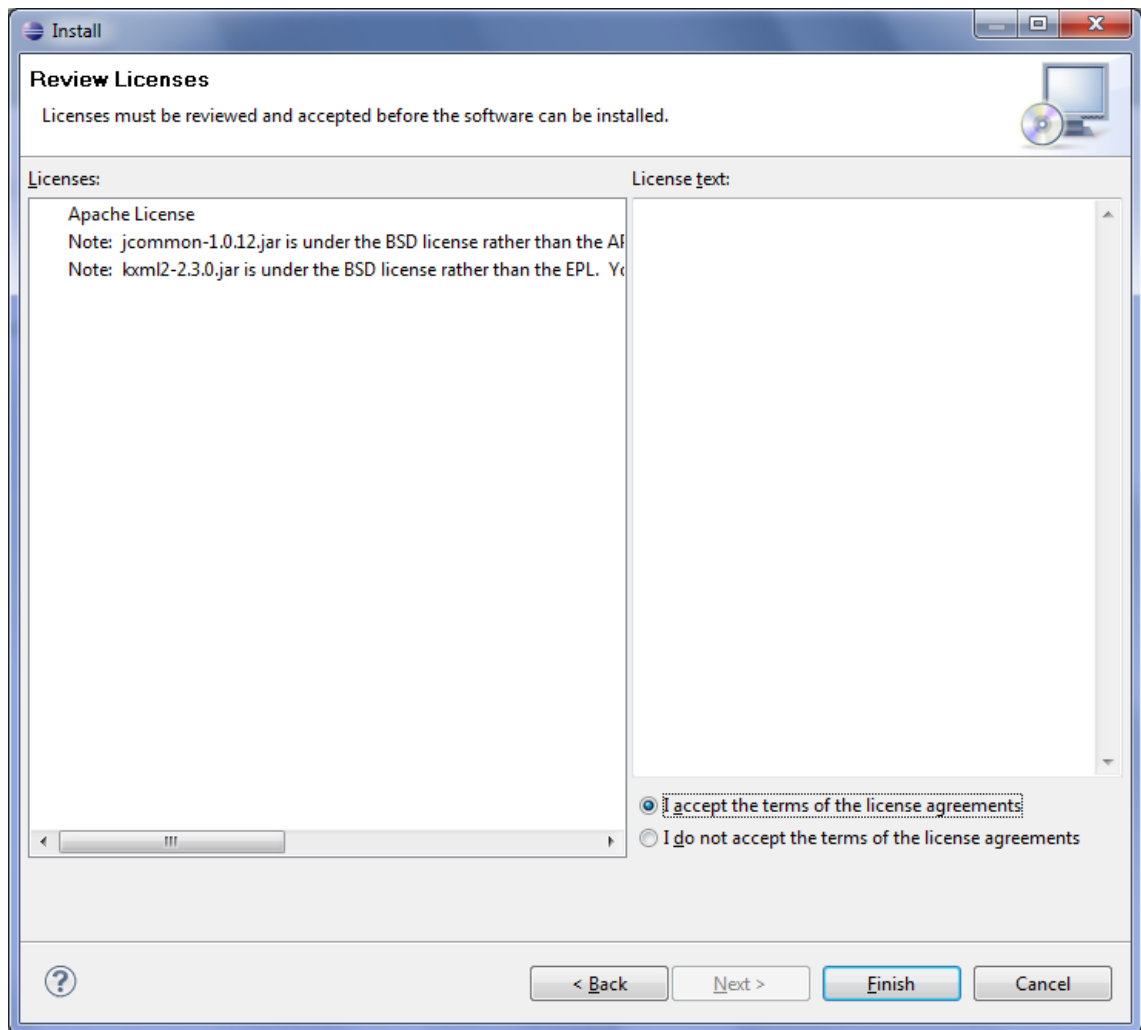


*Figura 72: Descargar ADT II*

- Leer y aceptar los acuerdos de licencia y seleccionar **Finish**.



## 7.1 INSTALACIÓN ENTORNO DE DESARROLLO ANDROID

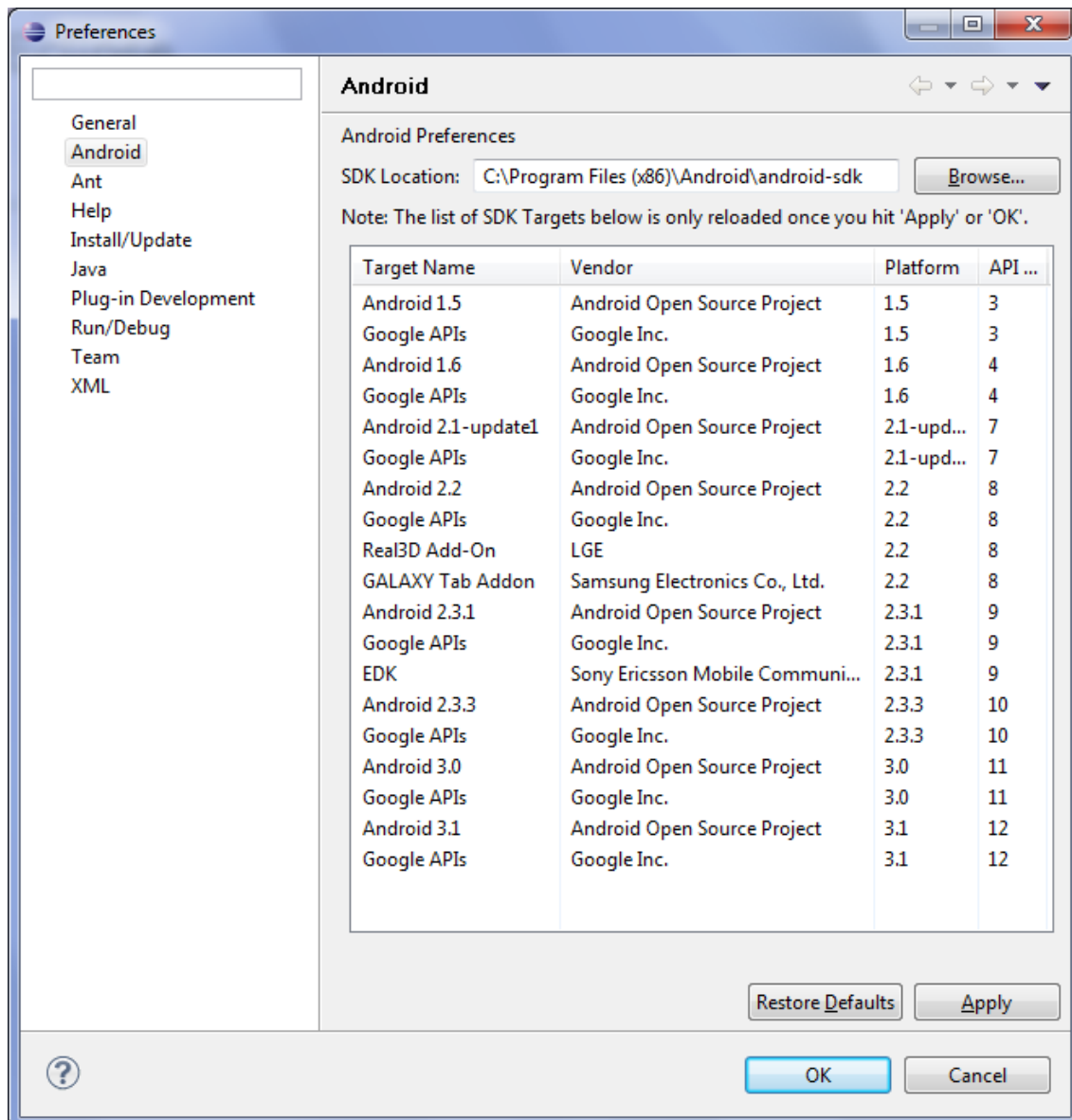


*Figura 73: Descargar ADT III*

- Cuando finalice la instalación es necesario reiniciar Eclipse.

En este punto se ha de proceder a configurar el SDK, para ello únicamente hay que indicar la localización del mismo en las preferencias de Eclipse de la siguiente forma:

- Seleccionar la pestaña **Window** -> **Preferences** para abrir la ventana de preferencias.
- Elegir Android en el panel izquierdo.
- Pulsar el botón **Browse** e indicar la ruta del SDK de Android.
- Pulsar el botón **Apply** y después **OK**.



*Figura 74: Configurar SDK*

Como último punto para completar la configuración del entorno de desarrollo, es necesario ejecutar el Android SDK y AVD\* Manager, el cual es una herramienta del paquete SDK que permite descargar los componentes SDK esenciales para nuestro entorno de desarrollo. El SDK emplea una estructura modular que separa las partes principales del mismo (versiones de la plataforma Android, complementos, herramientas, ejemplos y documentación) en un conjunto separable de componentes instalables. El paquete SDK descargado únicamente contiene un componente (la versión más reciente de las herramientas del SDK), pero para poder desarrollar una aplicación Android es necesario descargar al menos una plataforma de Android y la plataforma de herramientas asociadas.

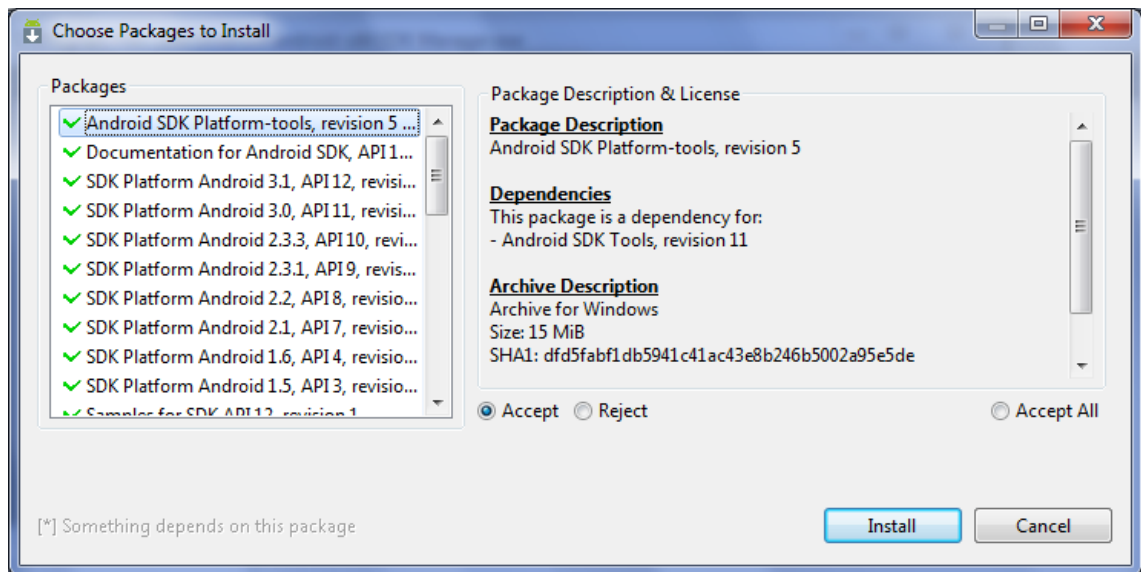
Para poder ejecutar dicha herramienta, se ha seguido las siguientes indicaciones:

---

\* Ver definición en Anexo 7.4

## 7.1 INSTALACIÓN ENTORNO DE DESARROLLO ANDROID

- Desde Eclipse, seleccionar la pestaña **Window > Android SDK and AVD Manager**.
- Descargar los componentes empleando la interfaz gráfica, la cual los instalará automáticamente.



*Figura 75: Android SDK and AVD Manager*

Durante el desarrollo del proyecto, es posible que surja una nueva versión del ADT correspondiente a la versión del SDK de Android instalado. Para poder comprobarlo se deben realizar los siguientes pasos:

- Seleccionar la pestaña **Help > Software Updates**. Esta acción abrirá una nueva ventana llamada **Software Updates and Add-ons**.
- Seleccionar la pestaña **Installed Software**.
- Pulsar el botón **Update**.
- Si existe alguna actualización para el ADT, seleccionarla y pulsar el botón **Finish**.



## 7.2 Instalación entorno de desarrollo Windows Phone

### 7.2.1 Instalación

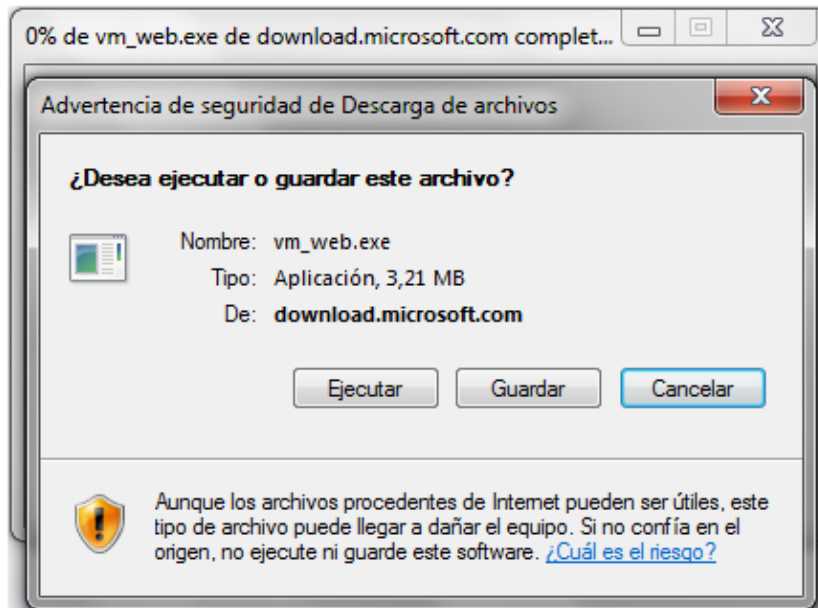
Para el desarrollo de aplicaciones para la plataforma Windows Phone, Microsoft ofrece la herramienta gratuita Visual Studio 2010 Express para Windows Phone. Para poder instalar dicho paquete son necesarios los siguientes requisitos:

- Sistema Operativo:
  - Windows® Vista (x86 y x64) ENU con Service Pack 2 - todas las ediciones, excepto la Starter Edition.
  - Windows 7 (x86 y x64) ENU - todas las ediciones, excepto la Starter Edition.
- 3 GB mínimo de espacio libre para la instalación.
- 2 GB de RAM.
- Tarjeta gráfica con soporte para DirectX 10 o DirectX11 con el controlador WDDM 1.1 o posterior.
- El emulador debe tener habilitada la virtualización por hardware.

Las herramientas se pueden obtener a través del portal del desarrollador de Windows Phone [87].

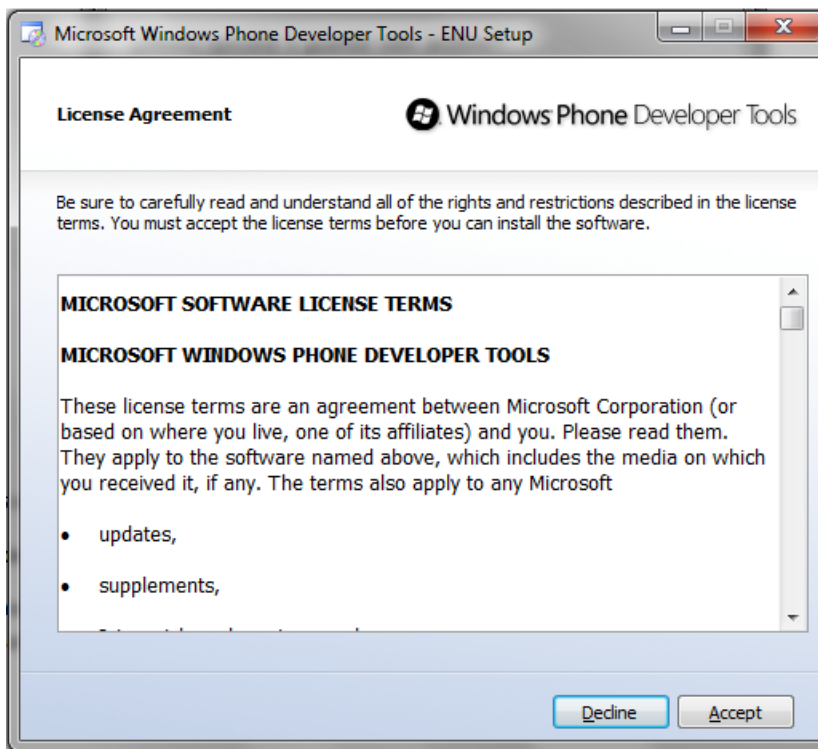
Si se desea realizar la instalación on-line, se deben seguir los siguientes pasos:

- Descargar el cliente del siguiente enlace [88].
- Una vez descargado, se debe pulsar sobre el botón ejecutar.



*Figura 76: Ejecutable cliente Windows Phone*

- A continuación se debe pulsar sobre la opción Accept para aceptar los términos de licencia.



*Figura 77: Licencia Windows Phone*

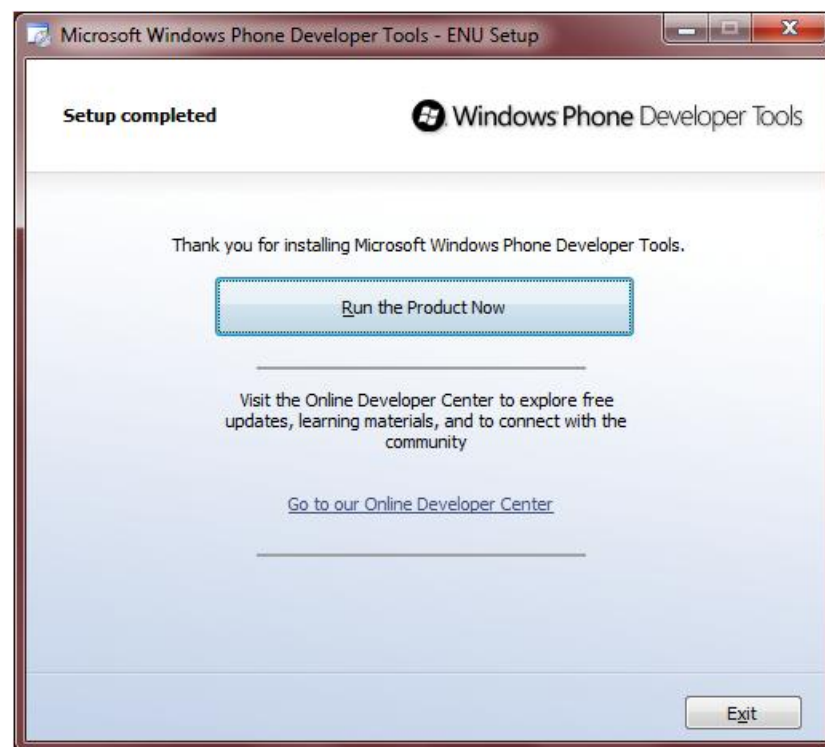
- Se muestra la pantalla desde la que se podrá personalizar la instalación.

## 7.2 INSTALACIÓN ENTORNO DE DESARROLLO WINDOWS PHONE



*Figura 78: Instalar cliente Windows Phone*

- A continuación se inicia la descarga y una vez finalizada se muestra una ventana indicando que se pueden iniciar las herramientas.



*Figura 79: Ejecutar Windows Phone*





## 7.3 Primera aplicación Android

### 7.3.1 Crear AVD

Dado que la aplicación a desarrollar se va a ejecutar en el emulador de Android, es necesario crear un AVD[89] el cual define la imagen del sistema y la configuración del sistema usada en el emulador.

A continuación se muestran los pasos seguidos para la creación del AVD desde Eclipse:

- Seleccionar **Window -> Android SDK and AVD Manager**.
- Seleccionar **Virtual Devices** en el panel de la izquierda.
- Seleccionar **New**.
- En la ventana que aparece, introducir el nombre del AVD como por ejemplo “my\_adv” y seleccionar la versión de la plataforma deseada. El resto de opciones no son obligatorias.
- Por último seleccionar **Create AVD**.

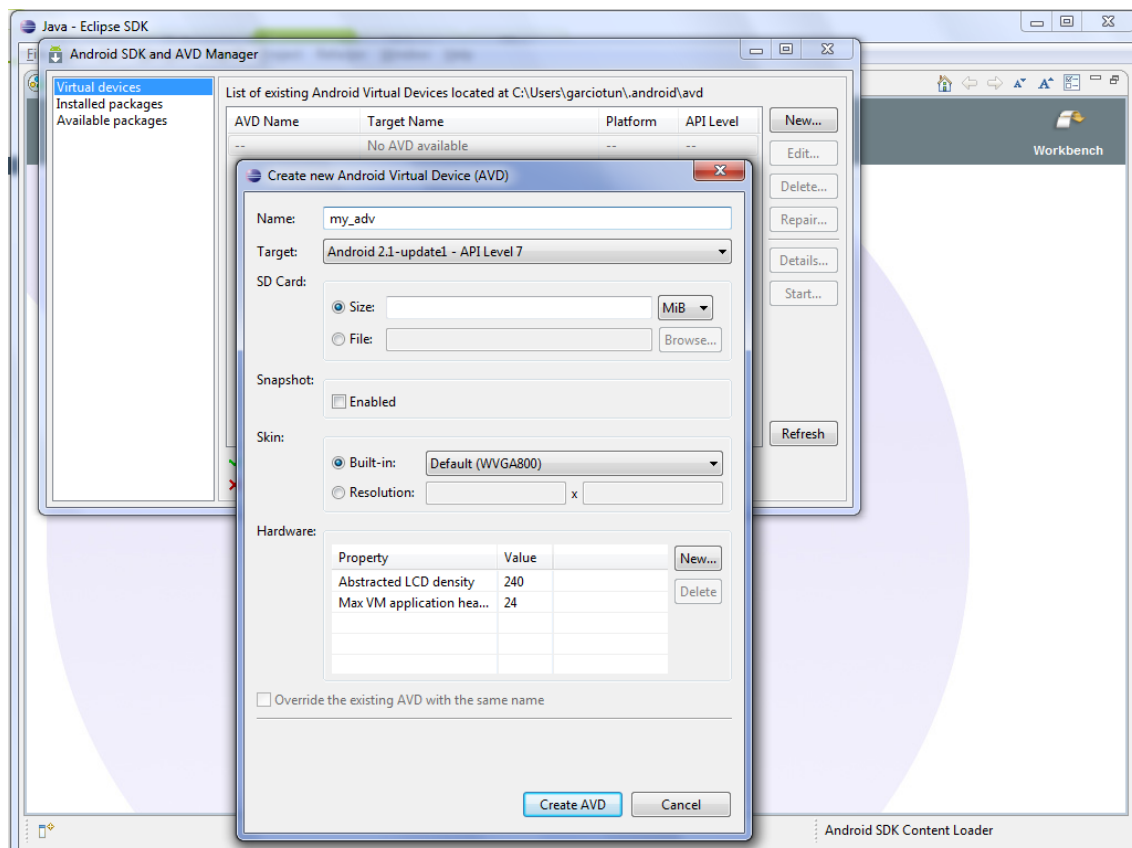


Figura 80: Crear AVD

### 7.3.2 Crear un nuevo proyecto Android

Una vez creado el AVD, procedemos a crear el proyecto Android en Eclipse[90]. Para ello se han seguido los siguientes pasos:

- Seleccionar **File -> New -> Android Project**.
- Introducir los siguientes valores en las características del proyecto:
  - **Project name:** SendMail (Nombre del proyecto que consiste en el nombre del directorio que contendrá los archivos del proyecto).
  - **Application name:** Send, Mail (Nombre que aparecerá en el dispositivo Android).
  - **Package name:** com.example.sendmail (Nombre del paquete debajo del cual va a residir todo el código fuente).
  - **Create Activity:** SendMail (Nombre de la clase que va a ser generada por el dispositivo).
  - **Min SDK Version:** 7 (Valor del nivel mínimo requerido por la API de la aplicación).
- Por último seleccionar **Finish**.

**New Android Project**  
Creates a new Android Project resource.

Project name:

**Contents**

☒ Create new project in workspace  
☐ Create project from existing source  
☒ Use default location

Location:

☐ Create project from existing sample

Samples:

**Build Target**

Target Name	Vendor	Platform	API ...
<input type="checkbox"/> Android 1.5	Android Open Source Project	1.5	3
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	1.5	3
<input type="checkbox"/> Android 1.6	Android Open Source Project	1.6	4
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	1.6	4
<input checked="" type="checkbox"/> Android 2.1-upd...	Android Open Source Project	2.1-upd...	7
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	2.1-upd...	7
<input type="checkbox"/> Android 2.2	Android Open Source Project	2.2	8
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	2.2	8
<input type="checkbox"/> Real3D Add-On	LGE	2.2	8
<input type="checkbox"/> Real3D Add-On	LGE	2.2	8
<input type="checkbox"/> GALAXY Tab Ad...	Samsung Electronics Co., Ltd.	2.2	8
<input type="checkbox"/> GALAXY Tab Ad...	Samsung Electronics Co., Ltd.	2.2	8
<input type="checkbox"/> Android 2.3.1	Android Open Source Project	2.3.1	9
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	2.3.1	9
<input type="checkbox"/> EDK	Sony Ericsson Mobile Communic...	2.3.1	9
<input type="checkbox"/> Android 2.3.3	Android Open Source Project	2.3.3	10
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	2.3.3	10
<input type="checkbox"/> Android 3.0	Android Open Source Project	3.0	11
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	3.0	11
<input type="checkbox"/> Android 3.1	Android Open Source Project	3.1	12
<input type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	3.1	12

**Properties**

Application name:

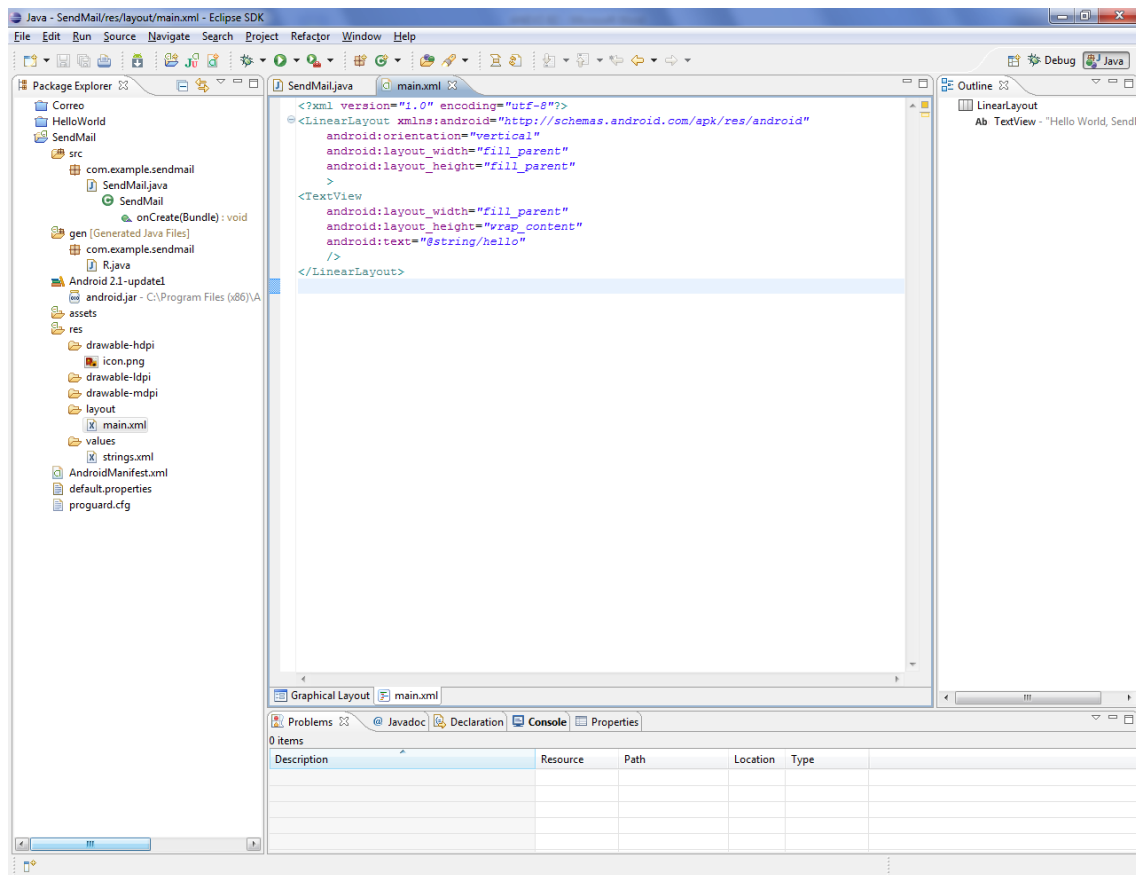
Package name:

☒ Create Activity:

Min SDK Version:

Figura 81: Características Proyecto Android

Una vez finalizado estos pasos ya tenemos el proyecto Android creado el cual queda de la siguiente forma:



*Figura 82: Proyecto Android*

Cabe destacar que la clase **SendMail.java** se basa en la clase de actividad. Una actividad es una simple entidad aplicación que se emplea para realizar acciones. Una aplicación puede tener muchas actividades diferentes, pero el usuario interactúa con ellas de una en una. El sistema Android llamará al método **onCreate()** cuando nuestra actividad comience. Es aquí donde se debe llevar a cabo toda la inicialización y la configuración de la interfaz de usuario. No es obligatorio que las actividades posean una interfaz de usuario, pero por lo general la suelen tener.

Además de la clase **SendMail.java**, se han generado los siguientes archivos:

- **main.xml:** Debido a que Android utiliza archivos XML. para el diseño de Widgets, Eclipse genera automáticamente este archivo para almacenar las definiciones basadas en XML. de los diferentes Widgets y sus contenedores.
- **string.xml:** Contiene los recursos de texto que se emplean en la aplicación.
- **icon.png:** Icono de la aplicación por defecto.
- **R.java:** Se actualiza automáticamente cada vez que se realiza un cambio en el archivo **main.xml** y contiene las constantes definidas para la pantalla y los Widgets.

### 7.3.3 Construir la aplicación

Una vez creado el AVD, procedemos a desarrollar la aplicación:

Comenzamos creando el diseño de la pantalla con sus respectivos Widgets, para ello se puede editar directamente el archivo main.xml o mediante una herramienta gráfica.

Cabe destacar que las interfaces de usuarios se componen de jerarquías de objetos denominadas vistas. Una vista es un objeto dibujable que se emplea como un elemento dentro de la interfaz de usuario, como por ejemplo un botón, una imagen o una etiqueta de texto. Cada uno de estos objetos es una subclase de la clase.

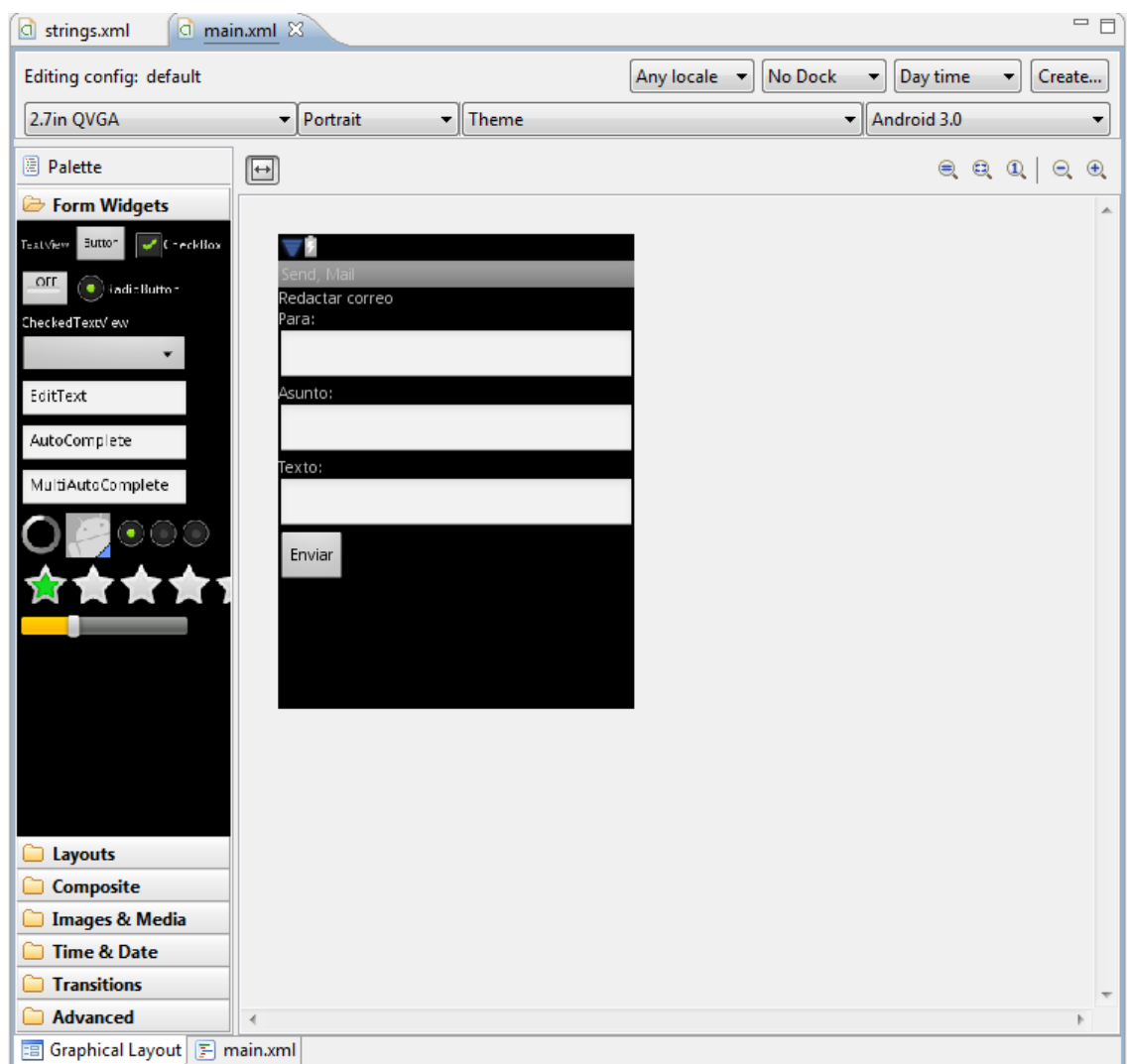


Figura 83: main.xml

Para la creación de este diseño se han empleado los siguientes elementos:

- **ScrollView:** Esta vista permite que la pantalla se desplace verticalmente si el diseño no se ajusta a la pantalla cuando el teléfono cambia de orientación.
- **LinearLayout:** Este formato permite colocar los diferentes Widgets en una sola columna o una sola fila

- **TextView:** Proporciona una etiqueta para mostrar texto estático en la pantalla.
- **EditText:** Proporciona un campo de texto para introducir valores.
- **Button:** Botón estándar

Una vez finalizado el diseño, se procede a implementar directamente el código que permite enviar un correo electrónico.

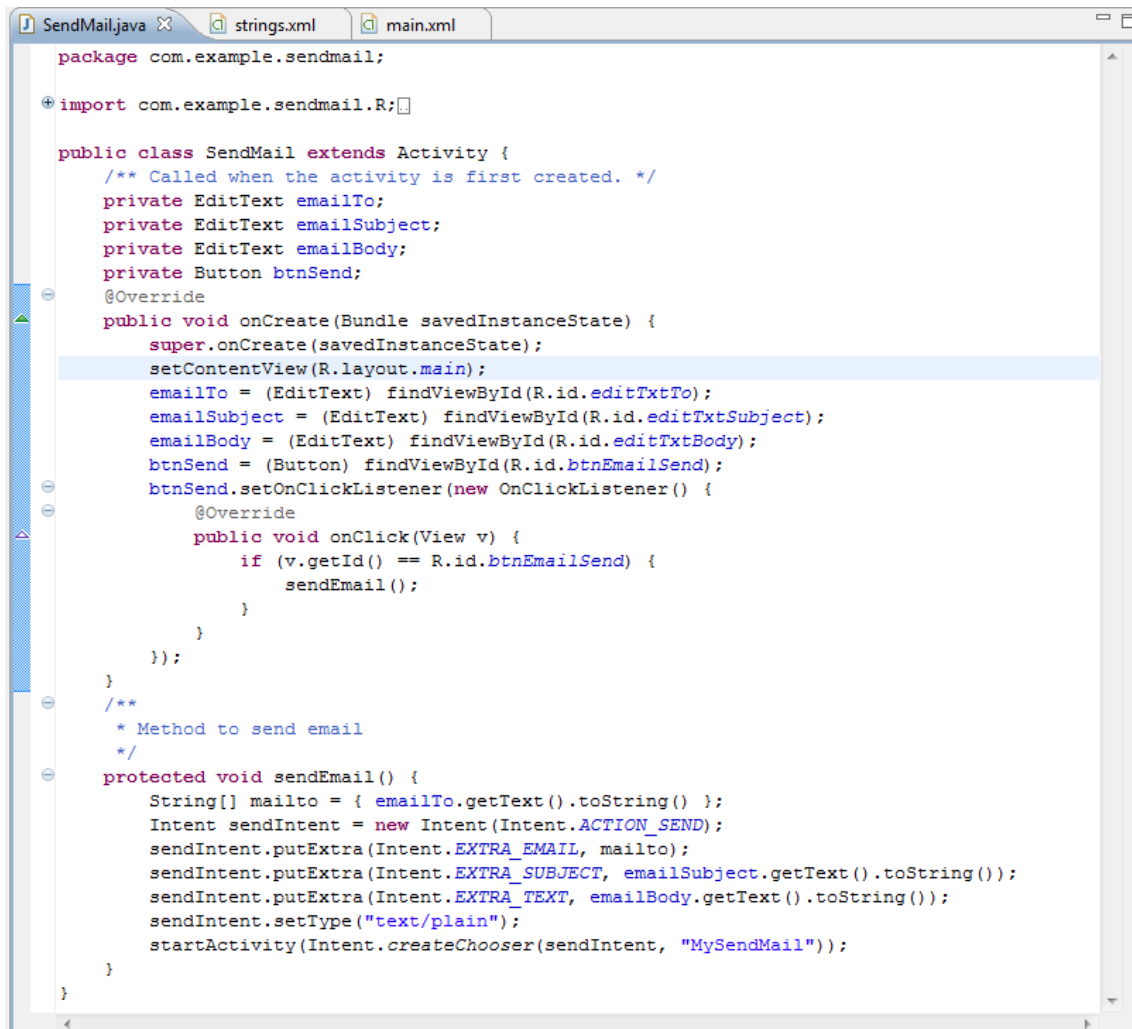


Figura 84: SendMail.java

Inicialmente se han declarado los campos de texto donde se van a almacenar los diferentes valores y el botón que va a activar el método que permite enviar el correo electrónico.

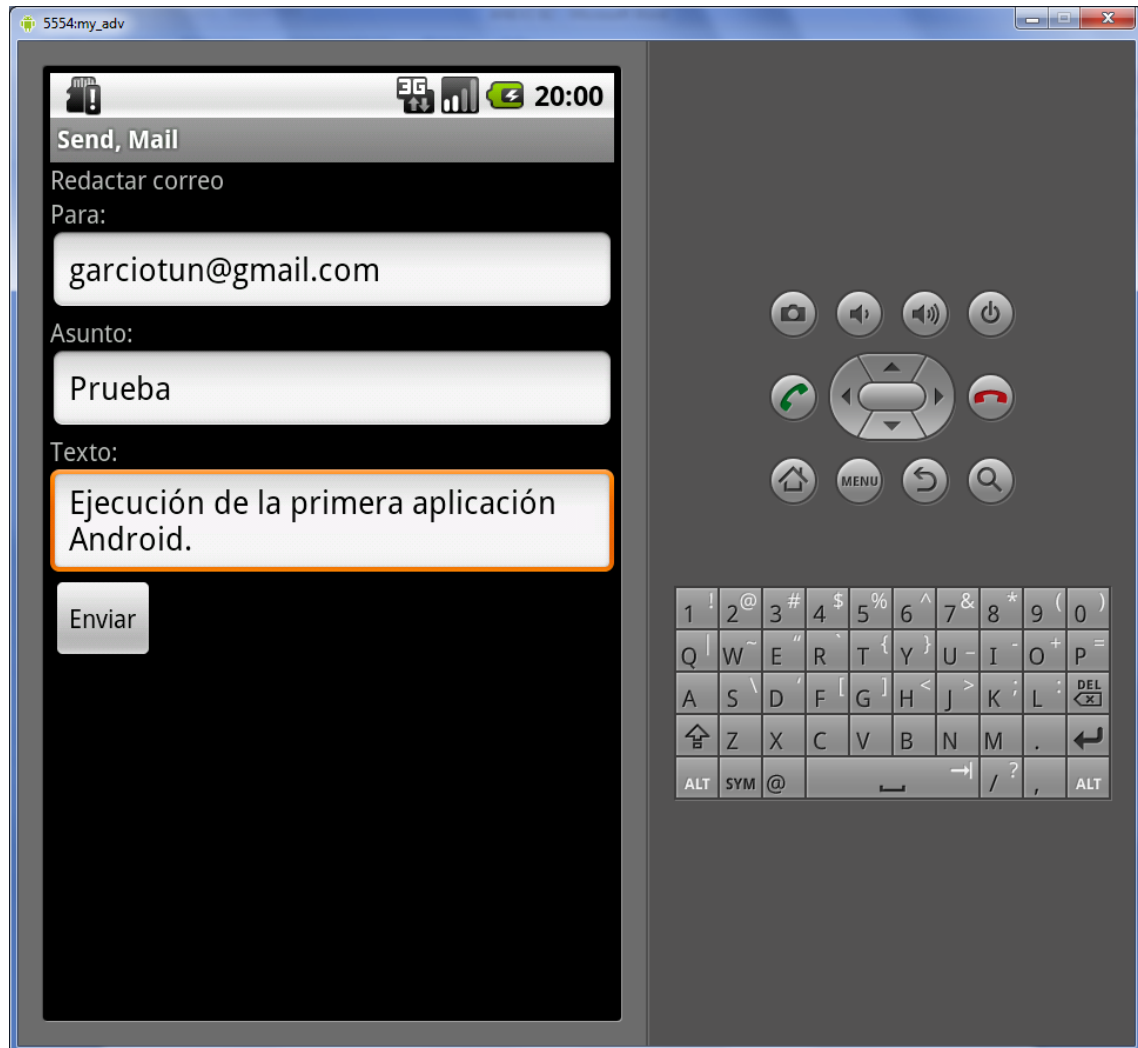
A continuación, en el método **onCreate**, se inicializan dichos campos de textos y el botón. Además, contienen el método **onClick** que llama al método **sendMail** cuando se pulsa el botón enviar.

Por último, el método **sendMail**, crea un elemento **Intent**, el cual se emplea para almacenar los valores de texto introducidos en los diferentes campos y envía el correo electrónico mediante la función **createChooser**.

### 7.3.4 Ejecutar la aplicación

Para ejecutar la aplicación desarrollada únicamente es necesario realizar el siguiente paso desde Eclipse:

- Seleccionar **Run As -> Android Application.**



*Figura 85: Ejecución Aplicación*

En la ilustración se puede observar el resultado final de la aplicación. La barra gris muestra el título “Send, Mail”, que es el nombre de la aplicación que se eligió al crear el proyecto. Los textos “Redactar correo”, “Para:”, “Asunto:”, “Texto” mostrados, son los diferentes objetos TextView creados.





## 7.4 Definición de términos

- **2G:** Hace referencia a la segunda generación de telefonía móvil.
- **3G:** Abreviatura de tecnología móvil de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil.
- **A2DP:** Siglas de *Advanced Audio Distribution Profile*, en español Distribución de audio avanzada. Define cómo se puede propagar un flujo de audio entre dispositivos a través de una conexión Bluetooth.
- **A-GPS:** Siglas de *Assisted Global Positioning System*, en español Sistema de Posicionamiento Global Asistido. Se emplea en teléfonos y dispositivos móviles para mejorar el funcionamiento del sistema GPS empleando las antenas de telefonía móvil para obtener los datos GPS más rápidamente.
- **API:** Siglas de *Application Programing Interface*, en español Interfaz de Programación de Aplicaciones. Consiste en un conjunto de llamadas que ofrecen acceso a funciones y procedimientos representando una capa de abstracción para el desarrollador.
- **ARM:** Siglas de *Advance RISC Machines*, en español Maquinas RISC avanzadas. Es una familia de microprocesadores RISC.
- **ASLR:** Siglas de *Address Space Layout Randomization*, en español Disposición Aleatoria del Espacio de Direcciones. Es una técnica de seguridad que consiste en cambiar las posiciones en las que se encuentran los programas en la memoria como la pila, la posición de las librerías, la dirección base del ejecutable, etc.
- **AVD:** Siglas de *Android Virtual Device*, en español Dispositivo Virtual Android. Son herramientas imprescindibles para los desarrolladores ya que permiten emular en un ordenador los dispositivos móviles a los que apunta la aplicación.
- **Banner:** Es un formato publicitario en Internet que consiste en incluir una pieza publicitaria dentro de una página Web.
- **Bluetooth:** Nombre común de la especificación industrial IEEE 802.15.1 que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia de corto rango.
- **Bonjour:** Marca comercial de Apple que constituye un método para descubrir servicios en una red de área local.
- **Bouncy Castle:** Colección de APIs empleadas en criptografía.
- **Buffer:** Espacio en memoria en el que se almacenan datos para evitar que el programa o recurso que los requiere se quede sin datos durante una transferencia.
- **CDMA:** Siglas de *Code Division Multiple Access*, en español Acceso Múltiple por División de Código también llamado multiplexación por división de código. Término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basado en la tecnología de espectro expandido.
- **Codec:** Abreviatura de *Compresor-Decompresor*, en español Compresor-Decompresor. Representa un algoritmo software o componente hardware que permite transformar un flujo de datos en una señal interpretable.
- **CPU:** Siglas de *Central Processing Unit*, en español Unidad de Procesamiento Central. Hace referencia al procesador o microprocesador, el cual es el

componente principal del computador y otros dispositivos programables que interpreta las instrucciones contenidas en los programas y procesa los datos.

- **CSS:** Siglas de *Cascading Style Sheets*, en español Hojas de Estilo en Cascada. Es un lenguaje usado para definir la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML.
- **Darwin BSD:** Es el sistema que subyace en Mac OS X y que proporciona al mismo prestaciones modernas como la memoria protegida, la multitarea por desalojo o expulsiva, la gestión avanzada de memoria y el multiproceso simétrico.
- **DNS:** Siglas de *Domain Name System*, en español Sistema de Nombres de Dominio. Es una base de datos distribuida y jerárquica que almacena información asociada a nombres de dominio con redes como Internet.
- **Dock:** Es la barra de accesos directos en los sistemas operativos de Apple Macintosh.
- **DRM:** Siglas de *Digital Rights Management*, en español Gestión de Derechos Digitales. Es un término genérico que se refiere a las tecnologías de control de acceso usado por editoriales y dueños de derechos de autor para limitar el uso de medios o dispositivos digitales.
- **DSP:** Siglas de *Digital Signal Processor*, en español Procesador Digital de Señales. Es un sistema basado en un microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieren operaciones numéricas a muy alta velocidad.
- **EDGE:** Siglas de *Enhanced Data rates for GSM of Evolution*, en español Tasas de Datos para la evolución de GSM. Es una tecnología móvil que actúa como puente entre las redes 2G y 3G.
- **Framework:** Término que define un conjunto de elementos que permiten organizar y desarrollar un proyecto software. Normalmente incluyen bibliotecas, programas de desarrollo o manuales.
- **GNU:** Acrónimo recursivo que significa *GNU is not Unix*, en español GNU No es Unix. Es un sistema operativo libre.
- **GPS:** Siglas de *Global Positioning System*, en español Sistema de Posicionamiento Global. Es un sistema global de navegación que permite ubicar un objeto en la superficie terrestre con gran precisión mediante satélites.
- **GSM:** Siglas de *Groupe Spécial Mobile*, en español Sistema Global para las Comunicaciones Móviles. Es el estándar más extendido para las comunicaciones con telefonía móvil. Permite llamadas, navegación por Internet o envío de SMS.
- **HDMI:** Siglas de *High-Definition MultimediaInterface*, en español Interfaz Multimedia de Alta Definición. Es una norma de audio y vídeo digital cifrado sin compresión apoyada por la industria para que sea el sustituto del euroconector.
- **HDP:** Siglas de *Health Device Profile*, en español Perfil de Dispositivo Médico. Es un perfil diseñado para facilitar la transmisión y recepción de datos de dispositivos médicos.
- **HTML:** Siglas de *HyperText Markup Language*, en español Lenguaje de Marcado de Hipertexto. Es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas Web. HTML 5 es la quinta revisión importante del mismo, el cual especifica dos variantes de sintaxis.
- **HTTP:** Siglas de *Hypertext Transfer Protocol*, en español Protocolo de Tránsito de Hipertexto. Es un protocolo que define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura Web para comunicarse.

- **Hotspot:** Zona de cobertura Wi-Fi en el que un punto de acceso o varios proveen servicios de red a través de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico.
- **iBook:** Aplicación de software de Apple que descarga, visualiza y gestiona libros electrónicos.
- **IP:** Siglas de *Internet Protocol*, en español Protocolo de Internet. Es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados no fiable de mejor entrega posible sin garantías.
- **IPsec:** Abreviatura de *Internet Protocol Security*, en español Seguridad del Protocolo Internet. Es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el Protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete en un flujo de datos.
- **Java:** Es un lenguaje de programación orientado a objetos creado por Sun Microsystems que permite crear programas que funcionan en cualquier tipo de ordenador y sistema operativo.
- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado que se emplea principalmente en su forma del lado del cliente implementado como parte de un navegador Web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas Web dinámicas. También existe una forma del lado del servidor.
- **JDK:** Siglas de *Java Development Kit*, en español Herramientas de Desarrollo Java. Es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en Java
- **JIT:** Siglas de *Just-In-Time*, en español Compilación en Tiempo de Ejecución. Es una técnica para mejorar el rendimiento de sistemas de programación que compilan a código intermedio, consistente en traducir el código intermedio a código máquina nativo en tiempo de ejecución.
- **JNI:** Siglas de *Java Native Interface*, en español Interfaz Nativo de Java. Es un Framework de programación que permite que un programa escrito en Java y ejecutado en la máquina virtual Java, pueda interactuar con programas escritos en otros lenguajes como C, C++ o ensamblador.
- **Microsoft Exchange:** Es un software propietario de colaboración entre usuarios desarrollado por Microsoft que ayuda a alcanzar niveles altos de rendimiento y fiabilidad, con funcionalidades destinadas a simplificar la administración, ayudar a proteger las comunicaciones y agradar a los usuarios resolviendo sus necesidades y facilitándoles la movilidad.
- **MIDI:** Siglas de *Musical Instrument Digital Interface*, en español Interfaz Digital de Instrumentos Musicales. Es un protocolo de comunicación serial estándar que permite a los dispositivos musicales electrónicos comunicarse y compartir información para la generación de sonidos.
- **MMS:** Siglas de *Multimedia Messaging System*, en español Sistema de Mensajería Multimedia. Es un estándar de mensajería que permite a los teléfonos enviar y recibir contenidos multimedia como sonido, vídeo o imágenes.
- **NFC:** Siglas de *Near Field Communication*, en español Comunicaciones de Campo Cercano. Es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos a menos de 10 cm.
- **OpenCore:** Término que hace referencia al desarrollo de Hardware de código abierto.

- **OpenGL:** Especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan gráficos 2D y 3D.
- **OpenGL ES:** Variante simplificada de la API gráfica OpenGL diseñada para dispositivos integrados como teléfonos móviles o videoconsolas.
- **OpenSL ES:** Es una API libre de costo, multiplataforma, para audio 2D y 3D, acelerada por hardware y escrita en lenguaje C.
- **OpenMax:** Consiste en una multiplataforma de interfaces de programación en lenguaje C que proporciona abstracciones para rutinas especialmente útiles para audio, video e imágenes fijas.
- **Open Handset Alliance:** Consorcio de 84 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles.
- **OpenSSL:** Proyecto de software de libre descarga que consiste en un robusto paquete de herramientas de administración y bibliotecas relacionadas con la criptografía que suministran funciones criptográficas a otros paquetes y navegadores Web.
- **P2P:** Siglas de *Peer to Peer*. Una red P2P es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Permiten el intercambio directo de información en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados.
- **Podcast:** Consiste en la distribución de archivos multimedia (normalmente audio o vídeo) mediante un sistema de redifusión que permite suscribirse y usar un programa que lo descarga para que el usuario lo escuche en el momento que quiera.
- **Push:** Tecnología que describe un estilo de comunicaciones sobre Internet donde la petición de una transacción se origina en el servidor.
- **Pre-renderizada:** La pre-renderización se basa en el uso de una imagen que fue renderizada a través de un motor gráfico mucho más potente que el que se está usando, por lo cual el motor gráfico actual sólo se ocupa de calcular la posición de esa imagen y no de todo su contenido, ya que es más sencillo para un procesador calcular píxeles que montones de polígonos texturados y afectados por luces, sombras, reflejos, etc.
- **Renderizado:** Proviene del término inglés *render* y se refiere al proceso de generar una imagen desde un modelo.
- **REST:** Siglas de *Representational State Transfer*, en español Transferencia de Estado Representacional. Este término se emplea para describir cualquier interfaz Web simple que utiliza XML y HTTP, sin las abstracciones adicionales de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes como el protocolo de servicios Web SOAP.
- **RISC:** Siglas de *Reduced Instruction Set Computer*, en español Conjunto Reducido de Instrucciones. Es un tipo de microprocesador que posee instrucciones de tamaño fijo presentadas en un reducido número de formatos.
- **Sandbox:** Entorno de pruebas que aísla los cambios en el código, fruto de la experimentación, del propio entorno de producción o entorno de edición.
- **Script:** Programa generalmente empleado para realizar diversas tareas como combinar componentes, interactuar con el sistema operativo o con el usuario.
- **SDK:** Siglas de *Software Development Kit*, en español Kit de Desarrollo de Software. Es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones para un sistema concreto.

- **SIP:** Siglas de *Session Initiation Protocol*, en español Protocolo de Inicio de Sesiones. Es un protocolo desarrollado con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el vídeo, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.
- **SMS:** Siglas de *Short Message Service*, en español Servicio de Mensajes Cortos. Es un estándar de la telefonía móvil que permite enviar mensajes de texto con un número de caracteres limitado.
- **SOAP:** Siglas de *Simple Object Access Protocol*. En español Protocolo Simple de Acceso a Objetos. Es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.
- **Socket:** Interfaz de programación de aplicaciones para la pila de protocolos de Internet TCP/IP provista generalmente por el sistema operativo.
- **SSL:** Siglas de *Secure Sockets Layer*, en español Capa de Conexión Segura. Es un protocolo criptográfico que proporciona comunicaciones seguras por una red como por ejemplo Internet.
- **Streaming:** Consiste en la distribución de audio o video por Internet. Hace referencia a que se trata de una corriente continua.
- **SVG:** Siglas de *Scalable Vector Graphics*, en español Gráficos Vectoriales Escalables. Es una especificación para describir gráficos vectoriales bidimensionales, tanto estéticos como animados, en formato XML.
- **Tethering:** Proceso mediante el cual un dispositivo móvil con conexión a Internet actúa como pasarela para ofrecer acceso inalámbrico a la red a otros dispositivos asumiendo el dispositivo móvil el papel de módem o enrutador inalámbrico.
- **Thumbnails:** Versiones reducidas de imágenes, usadas para ayudar a su organización y reconocimiento.
- **UML:** Siglas de *Unified Modeling Language*, en español Lenguaje Unificado de Modelado. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.
- **URL:** Siglas de *Uniform Resource Locator*, en español Localizador Uniforme de Recursos. Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato modélico y estándar que se emplea para nombrar recursos en Internet para su localización o identificación.
- **VoiceOver:** Aplicación que facilita el uso del dispositivo a invidentes y discapacitados visuales.
- **VPN:** Siglas de *Virtual Private Network*, en español Red Privada Virtual. Es una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada como Internet.
- **Vsync:** Función que permite sincronizar el número de fotogramas generado por el procesador gráfico con la tasa de refresco de la pantalla con el fin de prevenir la aparición de defectos visuales tales como bandas, parpadeos, movimientos bruscos, etc.
- **WebKit:** Motor de navegación Web de código abierto y un Framework de Mac OS X que se empleó para construir aplicaciones OS X como Safari.
- **Widget:** Componente gráfico empleado en interfaces de usuario mediante el cual el usuario puede interactuar, como por ejemplo, una ventana, una barra de tareas, una caja de texto, etc.
- **Wi-Fi:** Tecnología de comunicación inalámbrica mediante ondas. También se denomina WLAN o estándar IEEE 802.11.

- **WPA2:** Siglas de *Wi-Fi Protected Access 2*, en español Acceso Protegido Wi-Fi 2. Es un sistema para proteger las redes inalámbricas Wi-Fi.
- **XAML:** Siglas de *eXtensible Application Markup Language*, en español Lenguaje Extensible de Formato para Aplicaciones. Es el lenguaje de formato para la interfaz de usuario para la Base de Presentación de Windows y Silverlight. Está basado en XML.
- **XML:** Siglas de *Extensible Markup Language*, en español Lenguaje de Marcado Extensible. Representa un lenguaje estándar que, mediante el uso de etiquetas y atributos, permite expresar e intercambiar fácilmente estructura de datos.
- **ZLIB:** Es una biblioteca de compresión de datos, de software libre, multiplataforma desarrollada por Jean-Gailly y Mark Adler.

## 7.5 Índice de términos

### 3

3G, 6, 30, 31, 32

### A

A2DP, 16  
 A-GPS, 7, 45, 51  
 API, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27,  
 28, 31, 32, 40, 41, 46, 51, 54, 57  
 ARM, 30  
 ASLR, 19, 33  
 AVD, 144, 145, 151, 152, 155

### B

banners, 42  
 Bluetooth, 6, 7, 10, 11, 18, 19, 21, 23, 24, 31, 33, 34  
 Bonjour, 30, 37, 39, 42  
 Bouncy Castle, 13  
 Buffer, 9, 21, 41

### C

CDMA, 9  
 Codec, 23  
 códecs, 27  
 CPU, 21, 45  
 CSS, 30

### D

Darwin BSD, 29  
 DNS, 23, 37  
 Dock, 29  
 DRM, 16  
 DSP, 37

### E

EDGE, 6

### F

Framework, 5, 9, 15, 16, 18, 21, 23, 26, 27, 28, 37, 38,  
 39, 40, 41, 42, 43

### G

GNU, 21  
 GPS, 6, 7, 10, 31, 34, 38, 46, 51  
 GSM, 6, 40

### H

HDMI, 23  
 HDP, 18, 19  
 Hotspot, 11, 34  
 HTML, 10, 38  
 HTTP, 16

### I

iBook, 30  
 IP, 31  
 IPsec, 31

### J

Java, 6, 27, 28, 30, 44  
 JavaScript, 7, 11, 14, 33  
 JDK, 138  
 JIT, 11  
 JNI, 13

### M

Microsoft Exchange, 10, 11, 31, 32, 33  
 MIDI, 41  
 MMS, 7, 10, 30, 31, 34

### N

NFC, 13, 18, 21, 23, 47, 48

### O

Open Handset Alliance, 5  
 OpenCore, 9  
 OpenGL, 15, 162  
 OpenGL ES, 6, 12, 13, 18, 39, 41  
 OpenMax, 9  
 OpenSL ES, 13  
 OpenSSL, 13

### P

P2P, 42  
 podcast, 46  
 Push, 12, 31, 32, 41, 43

### R

renderizado, 41  
 REST, 46, 51

# ANEXOS

## S

Sandbox, 50  
scripts, 32  
SDK, 57, 136, 137, 138, 143, 144, 145, 151  
SIP, 13  
SMS, 7, 10, 31, 34, 42, 48  
SOAP, 46, 51  
sockets, 37, 38  
SSL, 27  
streaming, 16, 33, 35  
SVG, 30

## T

Tethering, 11, 14, 31  
Thumbnails, 10

## U

UML, 77  
URL, 38, 39, 43, 140

## V

VoiceOver, 33  
VPN, 8, 20, 31, 32  
Vsync, 21, 23

## W

WebKit, 7, 27, 28  
Widgets, 7, 11, 14, 15, 17, 18, 22, 154, 155  
Wi-Fi, 6, 11, 14, 18, 19, 23, 28, 31, 33, 34, 35, 38, 39,  
45, 46, 48, 51  
WPA2, 31

## X

XAML, 50  
XML, 28, 38, 154

## Z

zlib, 13